ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



"DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA UNA MÁQUINA INYECTORA DE PVC DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A. – AMBATO".

EDWIN JOSELO CRIOLLO GUATAPI

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA - ECUADOR

2010

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edwin Joselo Criollo Guatapi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, a la Virgen Niña María por estar siempre a mi lado; a mi madre y hermana por su apoyo incondicional siendo mis motivos principales para esforzarme cada día más y hoy culminar una meta en mi vida.

Edwin Joselo Criollo Guatapi

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mi familia, ya que por su apoyo moral y económico e podido alcanzar mi meta profesional para enfrentarme a los retos del mercado laboral actual.

Edwin Joselo Criollo Guatapi

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO **PÁGINA**

LISTA DE TABLAS

TABLA **PÁGINA**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA **PÁGINA**

LISTA DE ANEXOS

RESUMEN

Se ha Desarrollado e Implementado un Sistema Automático para la Máquina Inyectora de PVC de la Empresa Plasticaucho Industrial S.A. – Ambato, con la finalidad de mejorar el desempeño en la producción de zapatillas de lona, estar a la vanguardia de la tecnología y así poder satisfacer las demandas del mercado.

Se implementó un sistema automático basado en un PLC S7 200 CPU 226 de la familia SIMATIC de SIEMENS complementado con módulos de ampliación EM221 y EM222 de entradas y salidas digitales respectivamente para controlar 27 entradas y 21 salidas digitales, 1 módulo de ampliación EM 231 de 4 entradas analógicas que controle termocuplas y 1 módulo de ampliación EM 235 de 4 entradas analógicas/1 salida analógica que controle el volumen de material de PVC.

Con ayuda de una HMI DELTA se ha logrado un intercambio de información entre el sistema electromecánico y el usuario. La programación se lleva a cabo utilizando el software ScrEdit.

Instalado el equipo físico necesario en el control del proceso de producción de zapatillas de lona, se programó en el lenguaje ladder el software de STEP 7-Micro/WIN para el manejo de tales dispositivos.

Como uno de los resultados más importantes del proyecto, se logró al cambiar la dosificación de volumen de material de PVC que tenía un control mecánico, a un control automático a través del desplazamiento de un potenciómetro en función al volumen de material que se requiera para la inyección. En la pantalla HMI DELTA se ingresa el volumen.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.

1.1. Introducción.

La fabricación de calzado de lona es una actividad de mucha importancia para Plasticaucho Industrial S. A. en la que producen diariamente altos volúmenes, para satisfacer a todos sus clientes con la calidad, tiempos requeridos y estándares de productividad acorde a los niveles de competitividad que exige el mercado.

Los constantes avances tecnológicos, que permiten una continua modernización de los sistemas de producción, hace indispensable la actualización en la tecnología de sus máquinas inyectoras que permita incrementar la productividad controlando parámetros de inyección, con reducción en tiempos de ejecución.

Para ello se ha desarrollado e implementado un sistema automático para una máquina inyectora DE00, ya que su control era electromecánico (tecnología cableada), esto permite que de una manera clara y sencilla se conozca y entienda el ciclo de inyección, desde la alimentación de P.V.C, los parámetros de inyección que se pueden controlar, los sistemas de seguridad y movimientos de cada una de sus partes de la inyectora para realizar procedimientos seguros hasta que el producto final cumpla con los estándares de calidad, teniendo alta productividad con cero accidentes.

Una vez desarrollado e implementado esta automatización, se estará en la capacidad de incrementar la productividad controlando parámetros de inyección, con reducción en tiempos de ejecución.

1.2. Antecedentes.

Plasticaucho Industrial S.A., es una empresa cuya actividad industrial se encuentra vinculada con la comercialización y fabricación de calzado, productos de caucho y eva (polímetro de cloruro de polivinilo). Su manufactura abarca cinco líneas diferentes, siendo éstas: producción de compuestos termoplásticos, calzado de lona, cuero, botas de plástico y artículos de caucho y eva.

Dentro de la línea de calzado de lona se encuentra inyectoras de pvc, que realizan un proceso semicontinuo, tiene la función de preparar la mezcla elastomérica en el tiempo más breve posible y de inyectarlo a continuación en el molde. El material se introduce a través de la caja de llenado siendo succionado y plastificado por el tornillo sinfín. Un bloqueo de acumulación por atascamiento evita que el material inyectado fluya de retorno durante la inyección.

1.3. Justificación.

El propósito del proyecto es desarrollar e implementar un sistema automático para una máquina Inyectora de PVC en la sección de Calzado Lona de la Empresa Plasticaucho industrial S.A. - Ambato.

En la actualidad la máquina inyectora de pvc cuenta con un circuito de control eléctrico antiguo y obsoleto que en el momento de presentar un fallo es muy difícil encontrar el problema, esto ha impedido que la máquina produzca eficientemente, lo mismo que ha llevado a tener pérdidas en la producción.

1.4. Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Desarrollar e implementar un sistema automático para una máquina Inyectora de PVC de la Empresa Plasticaucho industrial S.A. - Ambato.

1.4.2 Objetivos Específicos.

Determinar las características básicas de la máquina inyectora de pvc.

Definir las funciones de cada uno de los elementos que conforman el sistema automático de la máquina inyectora de pvc.

Desarrollar el programa de control automático por PLC de la máquina inyectora.

Realizar un plan de mantenimiento preventivo para máquina inyectora de pvc.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mecatrónica.

2.1.1. Definición de Mecatrónica.

Actualmente existen diversas definiciones de Mecatrónica, dependiendo del área de interés del proponente. En particular, la UNESCO define a la Mecatrónica como "La integración sinérgica de la ingeniería mecánica con la electrónica y el control inteligente por computadora en el diseño y manufactura de productos y procesos".

2.1.2 Integración Interdisciplinaria.

Mecatrónica se he definido como la suma sinérgica de la Mecánica de Precisión, la Electrónica, Sistemas Programables y Control.

Cuando integramos los 3 tipos de sistemas, hablamos de sistemas mecatrónicos. Los sistemas mecánicos generan fuerzas, en combinación de los Sistemas Eléctricos, tendremos sistemas mecánicos con procesamiento de señales.

Mediante los Sistemas y el Control, obtenemos sistemas electromecánicos, capaces de hacer actividades automáticas, sistemas que reconocen ciertas condiciones mediante sensores, procesando la información, y generando actividades mecánicas flexibles [1].

Un sistema mecatrónico, a diferencia de un sistema mecánico, está integrado con Sensores, Microprocesadores y Controladores. Para llevar esto a cabo, los sistemas mecatrónicos se apoyan con PLC’s.

2.2 Tecnologías.

La automatización consiste en la conjunción de tecnologías que se diferencian en función del tipo de energía que utilizan, la mecánica y la neumática fueron los primeros

en permitir la automatización de procesos continuos, la oleohidráulica, la electrónica (analógica y digital), y ahora la energía informacional.

Conocer el "Estado del Arte" de cada una de ellas, es la finalidad de este capítulo en la que relacionaremos con su aplicabilidad industrial.

2.2.1 Neumática.

La neumática es la parte de la ingeniería que se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido en la automatización de diversos procesos industriales.

El término neumática proviene de la palabra griega Pneuma, que significa «aliento» o «soplo».

Algunas ventajas y desventajas que esta tecnología ofrece a las industrias se enlistan a continuación:

Ventajas:

Es barato y es utilizado en cantidades ilimitadas.

Se transporta con facilidad por las tuberías y, una vez empleado, se puede expulsar al exterior sin necesidad de tuberías de retorno.

Es limpio y, en caso de fugas o falta de estanqueidad en los componentes, no ensucia, no contamina.

Desventajas:

Para hacer uso de la neumática de forma correcta es necesario conocer las desventajas del aire como fluido:

Antes de emplear el aire comprimido es necesario limpiarlo bien de las partículas abrasivas, impurezas y humedad que pueda tener en suspensión.

Las partículas deterioran los componentes y el agua provoca la oxidación de las piezas aceradas.

El escape de aire produce ruidos molestos.

Debido a estas ventajas que presenta el aire comprimido en el desarrollo de la tecnología neumática y mediante el uso de la electrónica como mando, se ofrecen diferentes soluciones a muchos problemas de automatización industrial.

2.2.1.1. Elementos de las instalaciones neumáticas.

Un sistema neumático consta de los siguientes elementos: (ver figura 2.1): Elemento de trabajo 1A, elemento de mando 1V2, elemento de procesamiento 1V1, elementos de entrada 1SA, 1S2, 1S3 y elementos de alimentación OZ, OS.)

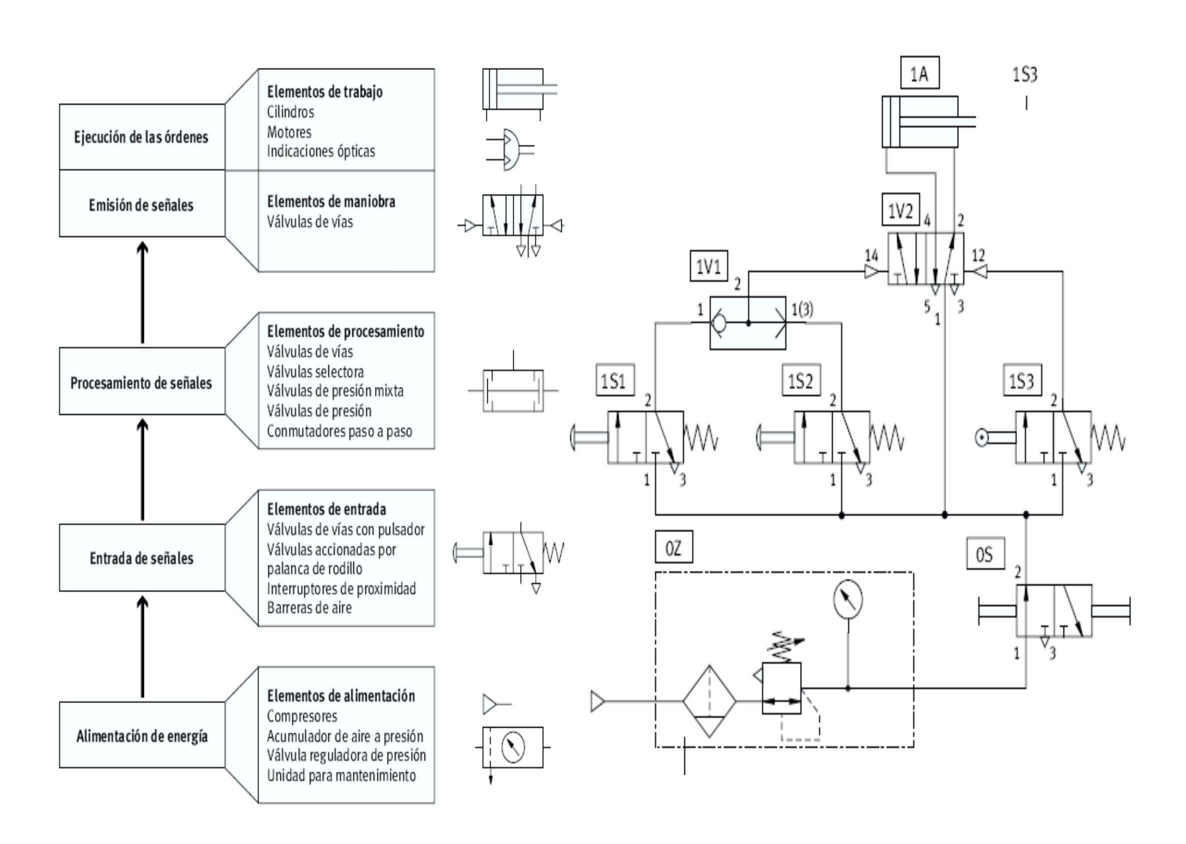


Figura 2.1. Elementos de un de sistema neumático [2].

a) Compresores.

Proporcionan una presión y un caudal de aire adecuados a la instalación.

b) Acumuladores.

Mantiene un nivel de presión adecuada en la instalación neumática. Su tamaño depende del caudal de consumo y de la potencia del motor.

c) Acondicionadores de Aire.

Son dispositivos que nos permiten mantener el aire en unas condiciones de limpieza, humedad y lubricación adecuadas, de tal manera que alargan la vida de toda la instalación. Estos elementos son: filtro de aire, secador, lubricador.

d) Red de Distribución.

Debe garantizar la velocidad y presión del aire en todos los puntos de uso. No es necesario un circuito de retorno de fluido, ya que éste se vierte directamente a la atmósfera por un silenciador después de haber sido usado.

e) Elementos de Regulación y de Control.

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores. Estos elementos que se denominan válvulas pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos.

Válvulas [3].

La función de las válvulas es permitir, orientar o detener un flujo de aire. Por distribuir el aire hacia los elementos de trabajo se los conoce como válvulas distribuidoras.

Dos de las características principales que posibilitan su clasificación son el número de vías y el número de posiciones, definidos a continuación.

Vías: llamamos así al número de bocas de conexión del elemento de distribución. Pueden tenerse válvulas de 2, 3, 4, 5 ó más vías. No es posible un número de vías inferior a dos.

Posiciones: se refiere al número de posiciones estables del elemento de distribución. No es posible un número de posiciones inferior a dos.

Las válvulas direccionales se designan de acuerdo al número de vías y al número de posiciones de la forma siguiente:

N° Vías / N° posiciones.

2/2 dos vías / dos posiciones.

3/2 tres vías / dos posiciones.

4/2 cuatro vías / dos posiciones.

5/2 cinco vías / dos posiciones.

5/3 cinco vías / tres posiciones.

etc.

Válvulas 2/2.

Pertenecen a este grupo todas las válvulas de cierre que poseen un orificio de entrada y otro de salida (2 vías) y dos posiciones de mando. Pueden ser normal cerradas o normal abiertas, según cierren o habiliten el paso respectivamente en su posición de reposo.

Válvulas 3/2.

Además de alimentar a un circuito, permiten su descarga al ser conmutadas. También las hay normalmente cerradas o abiertas.

Válvulas 4/2.

Poseen cuatro orificios de conexión correspondiendo uno a la alimentación, dos a las utilizaciones y el restante al escape. Operan en dos posiciones de mando, para cada una de las cuales sólo una utilización es alimentada, en tanto la otra se encuentra conectada a escape; esta condición se invierte al conmutar la válvula.

Válvulas 5/2.

Éstas poseen cinco orificios de conexión y dos posiciones de mando. A diferencia de la 4/2, poseen dos escapes correspondiendo uno a cada utilización. Esto brinda la posibilidad, entre otras cosas, de controlar la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente.

Válvulas de 3 posiciones

Las funciones extremas de las válvulas de tres posiciones son idénticas a las de dos posiciones, pero a diferencia de éstas incorporan una posición central adicional. Esta posición podrá ser de centro cerrado, centro abierto o centro a presión.

Existen distintos tipos de mandos: mandos musculares o manuales, mecánicos, neumáticos, eléctricos y electroneumáticos.

En el **Anexo I** se encuentra los tipos de válvulas neumáticas con sus respectivos símbolos y distintos tipos de mando.

Accesorios de mando y válvulas auxiliares.

Las válvulas auxiliares son componentes que cumplen las más variadas funciones en los circuitos neumáticos, en general asociadas al control de las secuencias.

Regulador de caudal unidireccional.

El control de la velocidad de desplazamiento de un cilindro se logra controlando el flujo de aire o caudal que escapa del mismo. Estos componentes regulan el caudal en una sola dirección del flujo, permitiendo el libre pasaje del aire en sentido contrario.

Válvula de no retorno o retención.

Estas válvulas permiten circulación libre en un sentido, bloqueando el pasaje del aire en el sentido contrario. Son utilizadas cuando se requiera seguridad en un circuito, mantenimiento de la presión en un tramo de la línea.

Silenciadores y reguladores de escape.

Los silenciadores se emplean para disminuir la presión sonora producida por la expansión del aire comprimido en los escapes de las válvulas. Los reguladores de escape, que incorporan además un silenciador, controlan el flujo de aire de escape de las válvulas y por lo tanto la velocidad de los cilindros.

En el **Anexo II** se puede apreciar los accesorios de mando y válvulas auxiliares con sus respectivos símbolos.

f) Elementos Actuadores.

Son los encargados de transformar la energía neumática en otra energía, generalmente de tipo mecánico.

Cilindros.

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras.

Cilindros de simple efecto.

Uno de sus movimientos está gobernado por el aire comprimido, mientras que el otro se da por un resorte colocado en el interior del cilindro.

Realiza trabajo aprovechable sólo en uno de los dos sentidos. (Ver figura 2.2)

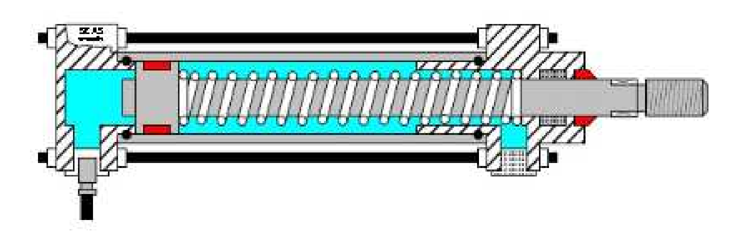


Figura 2.2. Un cilindro de simple efecto [4].

Cilindros de doble efecto.

El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha (ver figura 2.3).

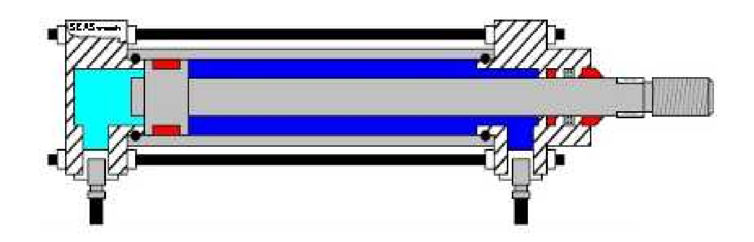


Figura 2.3. Cilindro de doble efecto.

Los cilindros de doble efecto realizan fuerza en la salida del émbolo o avance y en el retorno o retroceso. La superficie útil de las dos cámaras de un cilindro de doble efecto no son iguales, el diámetro del pistón es igual en las dos cámaras, pero la superficie que ocupa el vástago disminuye la superficie útil de la cámara de retroceso.

2.2.2. Electroneumática.

Es la aplicación en donde combinamos dos importantes ramos de la automatización como son la neumática (Manejo de aire comprimido) y electricidad y/o la electrónica.

En la electroneumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la neumática básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido. Las electroválvulas son convertidores electroneumáticos que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática.

Se suele decir que la neumática es la fuerza y la electricidad los nervios del sistema.

2.2.2.1. Electroválvulas.

Constan de una válvula neumática como medio de generar una señal de salida, y de un accionamiento eléctrico denominado solenoide. La aplicación de una corriente al solenoide genera una fuerza electromagnética que mueve la armadura conectada a la leva de la válvula.

Las electroválvulas pueden ser monoestables o biestables.

Electroválvulas monoestables.

Tienen una sola bobina también llamada solenoide, y se reposicionan automáticamente mediante muelle en el momento en que se deja de actuar eléctricamente sobre el solenoide (Ver figura 2.4).

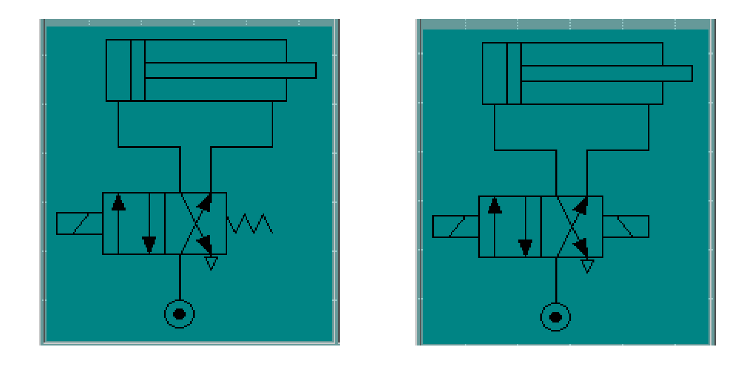


Figura 2.4. Actuador con electroválvula monoestable y biestable respectivamente [5].

Electroválvulas biestables.

Las electroválvulas biestables disponen dos bobinas, una a cada lado; cuando se deja de actuar sobre una de ellas la válvula queda en la misma posición, siendo necesaria la actuación sobre la bobina contraria para que la válvula se invierta.

A continuación se explica funcionamiento de la electroválvula utilizada en el proyecto.

Electroválvula de 3/2 vías monoestable, normalmente cerrada.

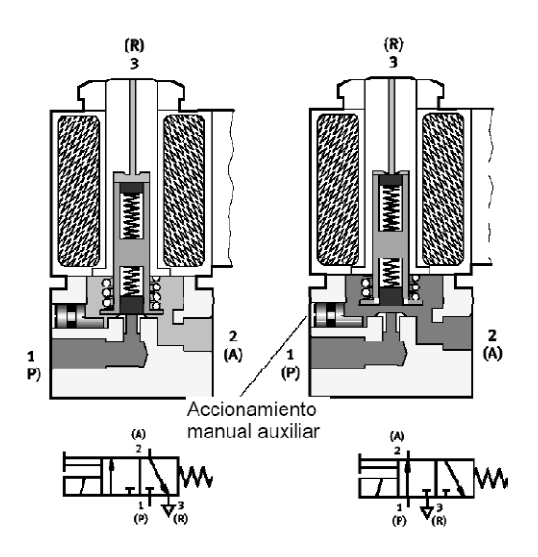


Figura 2.5. Electroválvula 3/2 [6].

Esta válvula de asiento, normalmente cerrada (NC) es actuada directamente por un solenoide y devuelta a su posición de reposo por un muelle. (Ver figura 2.5).

Cuando una corriente eléctrica (señal) se aplica a la bobina, se genera una fuerza electromotriz (FEM) que levanta la leva del asiento de la válvula cerrando el escape. Fluye aire comprimido desde 1 hacia 2 ya que 3 se halla cerrado por la parte superior de la leva. La leva está forzada contra el asiento de escape. En estado de reposo, tiene la posibilidad de accionamiento manual.

Las aplicaciones típicas para este tipo de válvulas incluyen el control directo de pequeños cilindros de simple efecto, el pilotaje indirecto de otras válvulas mayores etc.

Electroválvula de 3/2 vías monoestable, normalmente abierta.

Esta válvula es idéntica a la normalmente cerrada excepto que se ha conectado de forma diferente para que esté abierta en reposo. En esta disposición, la alimentación 1 está conectada al cabezal. Al aplicar una señal eléctrica se levanta la leva, cerrando el asiento superior y con ello la alimentación. Al mismo tiempo, el asiento inferior libera el aire de la salida 2 hacia el escape 3.

2.2.3. Oleohidráulica.

El fluido utilizado es un aceite obtenido de la destilación del petróleo, de ahí el nombre de oleohidráulica.

Funciones:

- Transmisión de potencia
- Lubricación de piezas móviles
- Disipación del calor
- Protección contra la corrosión

2.2.3.1. Los circuitos oleohidráulicos.

Los circuitos oleohidráulicos están basados en elementos muy parecidos a los utilizados en neumáticos. De hecho, las normas en cuanto a simbología son las mismas. De esta forma, prácticamente lo único que cambia es el elemento generador, que pasa de la bomba (oleohidráulica) al compresor (neumática). Otro cambio que podría considerarse es el hecho de que al trabajar en las instalaciones oleohidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retorno de fluido, ya que este se vuelve a usar una y otra vez.

Con estos sencillos cambios, prácticamente cualquier circuito neumático puede ser transformado, en cuanto a simbología, a circuito oleohidráulico.

2.2.3.2. Elementos de las instalaciones oleohidráulicas.

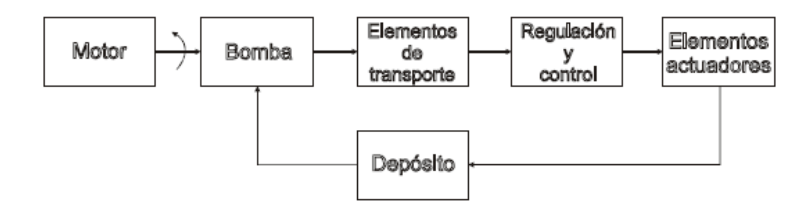


Figura 2.6. Estructura de bloques de una instalación oleohidráulica [7].

Una instalación oleohidráulica consta de los siguientes elementos (ver figura 2.6):

a) Generación de Potencia Oleohidráulica (Bombas) [8].

Las bombas nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

- Bombas de engranajes.
- Bombas de paletas.
- Bombas de tornillo.
- Bombas de pistones radiales.

Bombas de paletas.

Estas bombas constan de un rotor excéntrico provisto de ranuras sobre las cuales se deslizan radialmente las paletas que giran en el interior de una carcasa que posee un alojamiento circular.

Estas bombas son relativamente pequeñas en función de la potencia que desarrollan, ver figura 2.7.

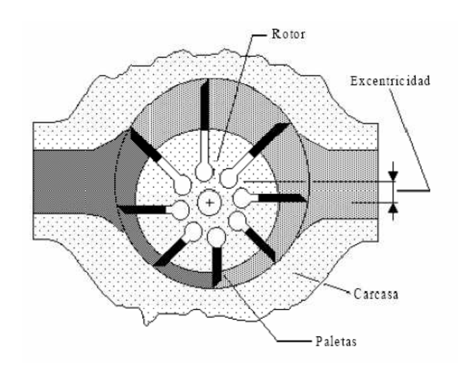


Figura 2.7. Bombas de paletas [9].

Al girar el rotor las paletas son mantenidas contra la pared del alojamiento debido a la fuerza centrifuga de las mismas y la acción de resortes, el giro del rotor crea

un aumento de volumen que produce aspiración y luego una reducción que causa un aumento de presión y conduce el flujo hacia la salida.

b) Depósito.

Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación.

c) Acondicionadores del Aceite.

Son dispositivos que nos permiten mantener el aceite en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera, que alarga la vida de ésta. Estos elementos son:

Filtro.- Es el encargado de retirar del aceite las partículas solidas en suspensión (trozos de metal, plásticos, etc.)

Manómetro.- Se pone después de la bomba e indica la presión de trabajo.

d) Red de Distribución.

Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso.

e) Elementos de Regulación y Control.

Son los encargados de regular el paso del aceite desde la bomba a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

Válvulas de dirección o distribuidores.

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías) y las posiciones posibles, así como su forma de activación y desactivación.

Válvulas antirretorno.

Permiten el paso del aceite en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

Válvulas de regulación de presión y caudal.

Son elementos que, en una misma instalación hidráulica, nos permite disponer de diferentes presiones y caudales

f) Elementos Actuadores o de Trabajo.

Son los encargados de transformar la energía oleohidráulica en otra energía, generalmente de tipo mecánico.

Cilindros.

Transforman la energía oleohidráulica en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo. Los hay de dos tipos:

Cilindros de simple efecto.

Solo realizan trabajo útil en un sentido de desplazamiento del vástago. Para que el embolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle.

Cilindros de doble efecto.

Estos elementos pueden realizar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento. Sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente, ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.

En el **Anexo III** se muestra la simbología utilizada en los diagramas oleohidráulicos. Las simbologías normalmente utilizadas son normalizadas internacionalmente y pueden utilizarse la simbología I.S.O. (International Standards Organization) o C.T.O.P (European Fluid Power Standards Committee) **[10]**.

2.2.4. Aparatos de maniobra [11].

Un automatismo eléctrico constará de uno o varios circuitos cuya finalidad es la de alimentar eléctricamente a unos actuadores encargados de realizar un trabajo. Este trabajo será típicamente mecánico aunque también podría ser calorífico, o generar un aviso luminoso, sonoro. El resultado del actuador también podría ser la conexión de sistemas de potencia o generadores eléctricos. Cuando se pretende alimentar un

actuador o sistema eléctrico permitiendo cierto grado de maniobra es conveniente separar el esquema eléctrico en dos: uno principal o de potencia y otro secundario o de mando (y señalización).

Circuito principal.

El circuito principal será el encargado de transmitir la potencia al elemento accionado.

Constará de tres o cuatro hilos o conductores en el caso de alimentación alterna trifásica o de dos hilos en caso de alimentación monofásica o de corriente continua y a los niveles adecuados de tensión (220 V o superior). Estos conductores deberán soportar el paso de la corriente para el que las máquinas estén diseñadas.

Circuito de mando.

El circuito de mando será el encargado de realizar las funciones de temporización, autorretención, enclavamiento, etc. que nos permitan un mayor control del proceso o dispositivo. Consta de dos hilos porque se trabaja generalmente con alimentación alterna monofásica de 220 V o menor. Los elementos que forman parte del circuito de mando no maniobran con elevadas potencias y por tanto no se les exigen las mismas condiciones que los elementos del circuito de potencia.

De este modo, al separar el circuito en dos, se consigue:

Una simplificación en los esquemas, pues se trabaja con dos esquemas diferentes más sencillos.

Un ahorro en cableado, pues el mando se encarga a un circuito monofásico en vez de trifásico (el usual en la industria).

Un ahorro en los elementos, pues a los elementos del circuito de mando no se les exigen las mismas características que a los de potencia. (Ver figura 2.8).

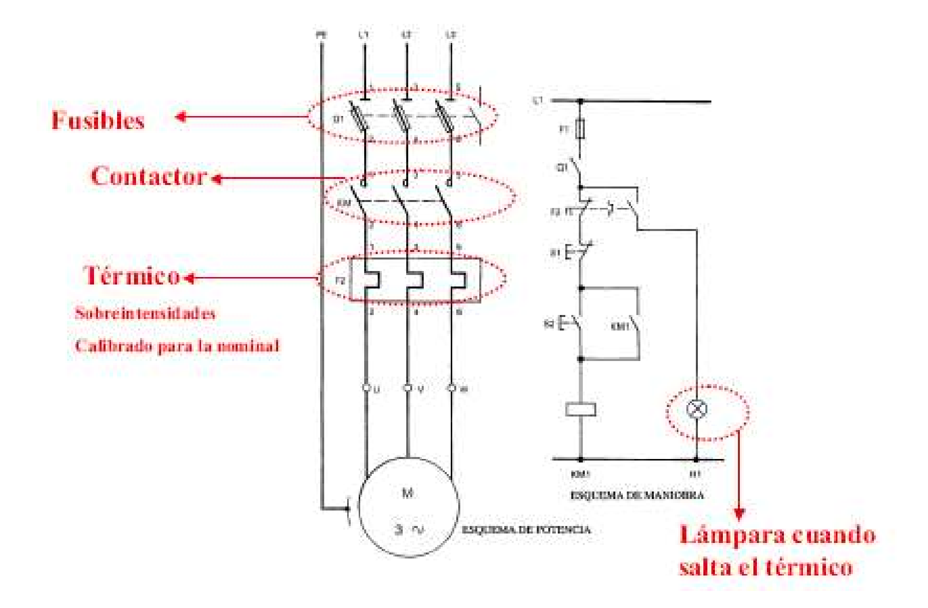


Figura 2.8. Circuito principal y de mando de un arranque directo de un motor trifásico [12].

2.2.4.1. Elementos en una instalación eléctrica.

A continuación se describirán brevemente los principales elementos de los circuitos de mando, protección y potencia de baja tensión.

a) Pulsador.

Es un contacto que tiene una sola posición estable. Esta posición estable permitirá el paso de corriente y en este caso será un pulsador normalmente cerrado o pulsador de apertura (o pulsador de paro), o bien no lo permitirá y será un pulsador normalmente abierto o pulsador de cierre (o pulsador de marcha).



Figura 2.9. Pulsador NO Y NC respectivamente [13].

Se encuentra en el circuito de mando o control y su representación es según las normas DIN, ver figura 2.9.

b) Contactor.

Es un elemento de accionamiento electromagnético con una posición de reposo. Su misión es la de establecer la corriente de alimentación de un dispositivo eléctrico (típicamente un motor) al ser accionado, o bien modificar la forma en que se alimenta el dispositivo eléctrico. Esto se consigue aplicando tensión a la bobina del contactor. Cuando la bobina deja de ser excitada, sus contactos volverán a su estado de reposo dejando de alimentar la instalación o motor al que estaba conectado.

El contactor sirve para comunicar las órdenes finales obtenidas del circuito de mando al circuito principal, aunque no hay contacto eléctrico entre ambos.

Los principales constituyentes son:

1. El electroimán: Formado por un circuito magnético y una bobina. Es el órgano activo. Cuando se aplica una tensión a la bobina, el yugo (parte fija del circuito magnético) atrae al martillo (parte móvil), y este en su movimiento, arrastra a todos los contactos que van solidariamente unidos a él.

2. Los polos o contactos principales: Son los elementos que establecen y cortan las corrientes del circuito principal.

3. Contactos auxiliares: Son los elementos que establecen y cortan corrientes en el circuito de mando. Realizan las funciones de señalización, enclavamiento, autorretención.

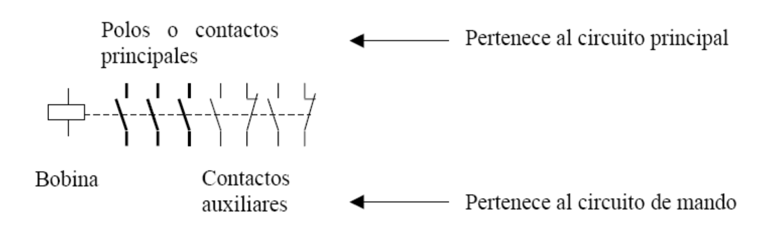


Figura 2.10. Contactor trifásico [14].

En la figura 2.10, se representa una de las formas de un contactor en este caso un contactor trifásico con dos contactos auxiliares NC y dos NA.

c) Relé.

Elemento típicamente usado en protección aunque por su funcionamiento puede desempeñar funciones de maniobra.

Relés usados en protección.

Son dispositivos que muestrean una o varias magnitudes eléctricas y en función de su valor o de la relación entre las magnitudes son capaces de detectar si existe un mal funcionamiento del sistema que están controlando.

Esta condición suele ser la de una excesiva intensidad, por una excesivamente grande o pequeña tensión o frecuencia, por una inadecuada dirección de la potencia, por una baja o elevada intensidad en el circuito etc.

Al advertir una determinada condición indicativa de un mal funcionamiento, o bien se produce la apertura de sus polos (contactos) interrumpiendo la alimentación de un circuito eléctrico o máquina, o bien dan la orden de apertura al dispositivo encargado de la desconexión.

Los principales y más sencillos relés de protección que se encuentran en una instalación son los:

Relés térmicos:

Que protegen al circuito frente a sobrecargas (intensidades por encima de la nominal); no actúan instantáneamente sino que el tiempo que tardan en abrir sus polos (o dar la orden de apertura) depende de cuánto más elevada es la intensidad por encima de la nominal.

Relés magnetotérmicos:

Que unen a su característica térmica un elemento que opera instantáneamente por acciones electromagnéticas cuando la intensidad es muy superior a la nominal,

previsiblemente porque existe un cortocircuito cercano; la acción magnética puede llevar incorporada un retardo independiente de la intensidad.

Relés usados en control.

Se encuentran en el circuito de control. Son muy típicos los:

Relés de tiempo o temporizados: como los relés de retardo a la conexión o los relés de retardo a la desconexión.

Relés de conmutación: que abren o cierran sus contactos cuando se alimenta su bobina; se asemejan a los contactores pero sin contactos principales.

d) Cortacircuitos fusible o fusible.

Elemento únicamente de protección frente a cortocircuitos. Se compone de un hilo delgado que se funde por efecto Joule al ser atravesado por la corriente de cortocircuito.

e) Interruptor.

Elemento de maniobra con dos posiciones estables. Interrumpe o establece la intensidad nominal.

Dentro de los circuitos de control en baja tensión es posible encontrarlos como elemento de maniobra, aunque en estos casos se suele emplear otros términos como posicionador, selector, interruptor de posición o conmutador, en la figura 2.11 se representa un interruptor unipolar y bipolar respectivamente.

Interruptor
Unipolar (CEI)

Interruptor
bipolar

Figura 2.11. Interruptor.

Interruptor automático.

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como de establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales como las de cortocircuito.

Pequeño interruptor automático.

Interruptor automático empleado en instalaciones de baja tensión de poca potencia, cuando V < 415V e I < 82A. Es un elemento de maniobra y protección (ver figura 2.12).

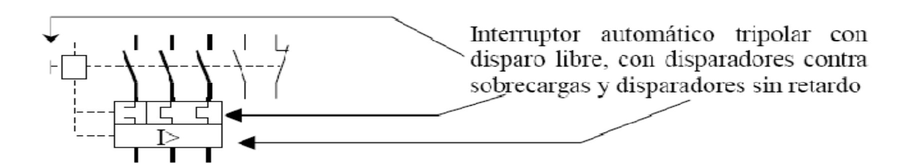


Figura 2.12. Interruptor automático [15].

Puede ser unipolar, bipolar, tripolar o tetrapolar.

Unipolar: Interruptor destinado a conectar o cortar un circuito formado por 1 cable.

Bipolar: Interruptor destinado a conectar o cortar un circuito formado por dos cables. Puede ser un vivo y el neutro o dos fases.

Tripolar: Interruptor destinado a conectar o cortar un circuito formado por tres cables.

Tetrapolar: Interruptor destinado a conectar o cortar un circuito formado por 4 cables.

En la figura 2.13, puede verse como son estos interruptores automáticos.

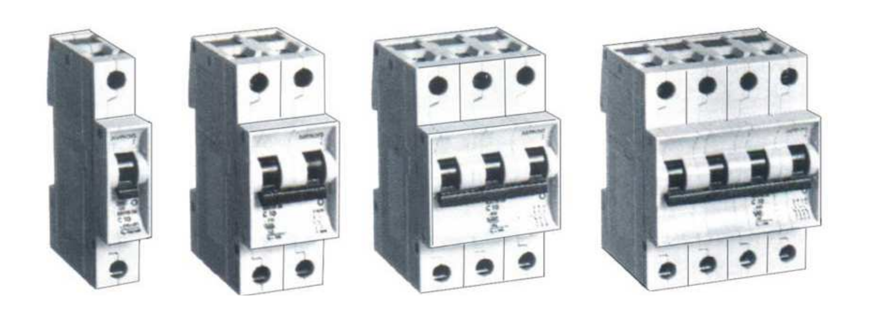


Figura 2.13. Interruptor automático: unipolar, bipolar, tripolar y Tetrapolar [16].

2.2.5. Controles Lógicos Programables (PLC) [17].

El PLC's (Sistema Lógico Programable), se define como un sistema electrónico digital diseñado para trabajar en ambientes industriales, que usa memorias programables para el almacenamiento de instrucciones, con las que implanta funciones específicas, (lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas) para controlar diversos tipos de procesos, a través de módulos de entrada/salida análogos o digitales.

2.2.5.1 Arquitectura del PLC.

Los elementos esenciales, que todo autómata programable posee como mínimo son (ver figura 2.14):

a) Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser digitales o analógicas. A estas líneas conectaremos los sensores (captadores).

b) Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

c) Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa que el usuario ha introducido.

A parte de éstos podemos disponer de los siguientes elementos:

a) Unidad de alimentación.

b) Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.

c) Interfaces: facilitan la comunicación del autómata con otros dispositivos (como un PC), autómatas, etc.

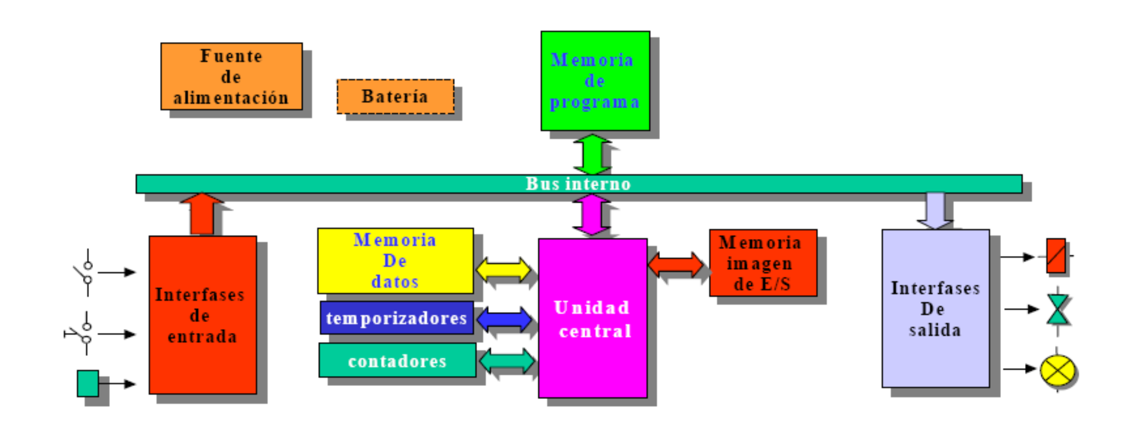


Figura 2.14. Diagrama de bloques de la arquitectura de un PLC [18].

2.2.5.2 . Principales componentes de un Micro-PLC S7-200

Un Micro-PLC S7-200 puede comprender:

CPU S7-200

Módulos de ampliación S7--200

Paquete de programación STEP 7--Micro/WIN

Opciones de comunicación

CPU S7-200.

La CPU es el corazón del autómata programable. Es la encargada de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema (es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema).

Sus funciones son:

Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).

Ejecutar el programa de usuario.

Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.

Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.

Chequeo del sistema.

Dentro de la CPU dispondremos de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones (ver figura 2.15) **[19]**:

Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el autómata va a ejecutar cíclicamente.

Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).

Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador que posea el autómata.

Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.

Cada autómata hace subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

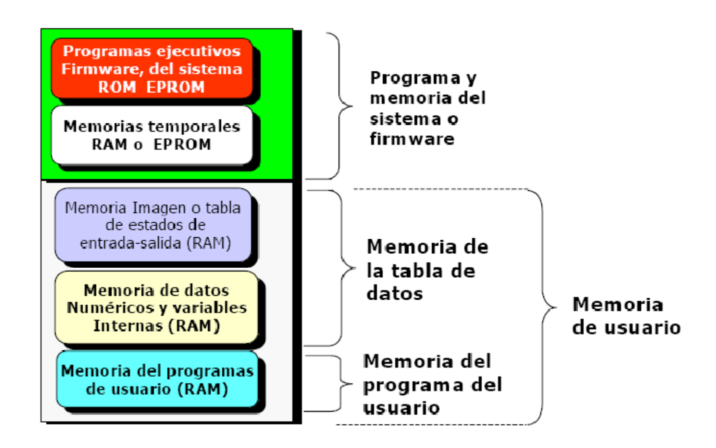


Figura 2.15. Memorias de un PLC.

Módulos de ampliación [20].

Los módulos de ampliación para las CPU S7-200 ofrecen un número determinado de entradas y salidas integradas. Si se conecta un módulo de ampliación se dispondrá de más entradas y salidas.

Módulos de Ampliación Digitales.

Los módulos de ampliación digitales reservan siempre un espacio de la imagen del proceso en incrementos de ocho bits (un byte). Si un módulo no dispone de un punto físico para cada bit de cada byte reservado, se pierden estos bits no utilizados y no se pueden asignar a los módulos subsiguientes en la cadena de entradas y salidas.

Refiriéndonos a los módulos de salidas, los bits no utilizados en los bytes reservados pueden servir de marcas internas (bits M). En cuanto a los módulos de entrada, los bits no utilizados en los bytes reservados se ponen a cero cada vez que se actualizan las entradas, por lo que no pueden servir de marcas internas.

Módulos de Ampliación Analógicos.

Los módulos de ampliación analógicos se prevén siempre en incrementos de dos puntos. Si un módulo no ofrece E/S físicas para cada uno de dichos puntos, se pierden los mismos y no se pueden asignar a los módulos subsiguientes en la cadena de entradas y salidas.

Puesto que para la E/S analógicas no se prevé ningún espacio en la imagen del proceso, no hay ninguna manera de aprovechar estas entradas y salidas no utilizadas. Todos los accesos de E/S analógicas se establecen en el mismo instante de ejecutarse la operación.

Opciones de comunicación.

Siemens ofrece dos opciones de programación para conectar el PC al S7-200, a saber: una conexión directa vía un cable PPI multimaestro, o bien un procesador de comunicaciones (CP) con un cable MPI.

El cable de programación PPI multimaestro es el método más usual y más económico de conectar el PC al S7-200. Este cable une el puerto de comunicación del S7-200 con el puerto serie del PC. El cable de programación PPI multimaestro también se puede utilizar para conectar otros dispositivos de comunicación al S7-200.

2.2.5.3 . Variables de estado.

Para caracterizar el estado de un automatismo, en ocasiones, no basta con conocer solamente el valor de las variables de entrada, necesitamos, además, conocer el estado de un conjunto de variables (variables de estado) que nos permitan "prever" cuál será la evolución del automatismo en función de los cambios ocurridos en las variables de entrada.

2.2.5.4 . Señal binaria, estado de señal.

El autómata consulta el valor de sus entradas según dos estados:

- Existe tensión.
- No existe tensión.

A partir de estos datos y según el programa activa o desactiva los aparatos conectados a sus salidas.

En ambos casos nos encontramos con una clara y diferenciada situación de los estados, conocida como:

Estado de señal “0” → No existe tensión → Desactivado.

Estado de señal “1” → Existe tensión → Activado.

Estos dos estados de señal son los dos valores diferentes que puede tomar una señal binaria (señal de valor doble).

2.2.5.5 . Conceptos de bit, byte y palabra.

Bit: Unidad del símbolo binario, solamente puede tomar los valores “0” y “1”. En ocasiones, el bit es insuficiente para definir determinados aspectos de una automatización. Debiendo recurrir a conjuntos formados por varios símbolos binarios (byte).

Byte: Conjunto de 8 símbolos binarios, es decir, el byte tiene una longitud de 8 bits, cada uno de los cuales puede tomar cualquier valor entre 0 y 1.

Palabra: En un PLC los bits se asocian en grupos. Como se ha dicho, 8 bits se denominan byte. Y cada bit en dicho grupo está exactamente definido por una posición propia que tiene una dirección específica. Un byte tiene una dirección de byte y direcciones de bit 0...7. Un grupo de 2 bytes se denomina palabra. Este sistema de numeración se denomina binario y tiene como base 2.

En un PLC una palabra permite representar valores numéricos de -32768 a +32767.

Se ha convenido que el bit con el peso 2^{15} señaliza números negativos (si aparece un “1” en la posición 2^{15}, el número en cuestión es negativo).

2.2.5.6 . Instrucción de control [21].

Una instrucción de control constituye la menor unidad dentro de un programa de usuario PLC. Una instrucción consta de operación y operando.

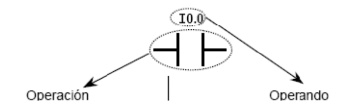


Figura 2.16. Instrucción de control.

Operación.

Determina qué función debe ejecutarse a la hora de tratar una instrucción de control (¿Qué hay que hacer?).

Operando.

Incluye la información necesaria para una instrucción de control. El operando consta de identificador de operando y de un parámetro.



Figura 2.17. Partes del operando.

El identificador define el área del PLC. Aquí se está realizando algo, por ejemplo una entrada (I).

El parámetro es la dirección del operando. Consta por ejemplo de dirección de byte y de bit.

Estructura de un operando.

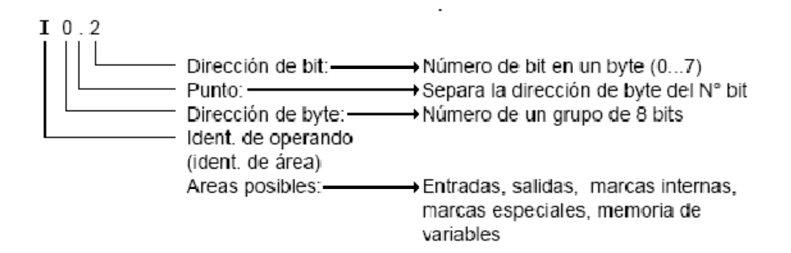


Figura 2.18. Estructura de un operando.

2.2.5.7 . Direccionamientos.

Direccionamiento de entradas y salidas

En primer lugar el autómata utiliza un operando distintivo:

I para denominar entradas.

Q para denominar salidas.

Junto con el distintivo de entrada o salida aparece el parámetro 0.4, 1.2 ó 4.7. El parámetro consiste en una combinación:

0., 1. ó .4. → Byte.

.4, .2 ó .7 → bit.

Direccionamiento de bytes.

El direccionamiento de bytes es similar al de bits, pero en este caso solo se utiliza el identificador de parámetro, seguido de la letra B (byte) más la dirección de byte. De este modo podemos acceder a distintos bits con una sola "llamada":

IB 0: I0.0 → 2^0, I0.1 → 2^1, I0.2 → 2^2, I0.3 → 2^3, I0.4 → 2^4, I0.5 → 2^5, I0.6 → 2^6, I0.7 → 2^7

Por tanto:
IB 0 → nada
IB 1 → I0.0
IB 2 → I0.1
IB 3 → I0.0 e I0.1
....

Figura 2.29. Direccionamiento de bytes.

Utilizando el formato de dirección de byte se puede acceder a los datos de numerosas áreas de la memoria de la CPU (V, I, Q, M, S y SM) en formato de bytes, palabras o palabras dobles. La dirección de un byte, de una palabra o de una palabra doble de datos en la memoria de la CPU se indica de forma similar a la dirección de un bit.

2.2.6. Sensores [22].

Los sensores son transductores (convierte un tipo de energía a otra) que miden cierto tipo de energía, la energía detectada se convierte en impulsos eléctricos que son captadas por las máquinas de control. Esta información la utilizan los operadores lógicos o bien puede ser analizada por un ser humano.

2.2.6.1. Magnitudes y medidas.

Una magnitud es una propiedad física susceptible de ser medida. Por ejemplo: temperatura, presión, velocidad, corriente, etc.

En el mundo físico existen seis tipos de magnitudes:

Mecánicas (Ejemplo: velocidad, fuerza, presión)

Térmicas (Ej.: temperatura, cantidad de calor)

Magnéticas (Ej.: intensidad de campo magnético, flujo)

Eléctricas (Ej.: tensión, corriente)

Ópticas (Ej.: color, intensidad luminosa)

Moleculares o químicas (Ej.: concentración de una sustancia, acidez)

Medir es comparar la cantidad (de una magnitud) con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera.

2.2.6.2 Características deseables de los transductores.

Exactitud: Indica la capacidad de un sensor o un instrumento de medida para dar lecturas que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.

Se considera que el verdadero valor es el que se obtendría si la magnitud se midiera con un método ejemplar.

Precisión: Para poder comparar varios sensores entre sí en cuanto a su exactitud, se introduce el concepto de clase de precisión. Todos los sensores de una misma clase tienen el mismo error en la medida.

Rango de funcionamiento: El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

Velocidad de respuesta: El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

Calibración: El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

Fiabilidad: No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

Resolución: Es el menor cambio en la variable del proceso capaz de producir una salida perceptible en el instrumento. Se expresa en general como un porcentaje del Límite Superior de medición del instrumento.

2.2.6.3. Clasificación de los sensores [23].

Según el aporte de energía:

Moduladores o activos; ejemplo: Resistencia variable con la temperatura (RTD).

Generadores o pasivos; ejemplo: Termopares, sensores fotovoltaicos (células solares)

Según la magnitud a medir:

De temperatura, de presión, de fuerza, de desplazamiento, de velocidad, de aceleración, de humedad, y de un sin fin de magnitudes.

Según el modo de funcionamiento:

De deflexión, ejemplo: En un dinamómetro

De comparación, ejemplo: Una balanza manual.

Según el parámetro variable:

Resistencia, capacidad, inductancia, tensión, corriente, etc.

Según la señal de salida:

Analógicos

Digitales

A continuación se describirá los tipos de sensores de acuerdo a dos criterios, primero con el criterio de que la señal eléctrica generada es de tipo analógica o digital y segundo, el tipo de variable física medida, ya que para realizar la automatización de un proceso productivo a través de un PLC se requiere conocer si se trata de una señal análoga o digital.

a) Sensores Analógicos.

Un sensor analógico es aquel que puede entregar una salida variable dentro de un determinado rango.

Los transductores analógicos proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide, (ver figura 2.20).



Figura 2.20. Señal de un sensor analógico.

El sensor analógico debe poseer ciertas propiedades indispensables como:

Calibración, rango de funcionamiento, confiabilidad, velocidad de respuesta, exactitud precisión, sensibilidad, linealidad entre otros. Esto con el fin de que el control de la variable que se mida, se lleve a cabo de la mejor manera y en el menor tiempo posible.

Sensores de Posición Lineal [24].

Los transductores de posición se utilizan para determinar la posición de un objeto con respecto a un punto de referencia. Las posiciones pueden ser lineales o angulares.

Como transductor de posición tenemos a un potenciómetro, estos se conocen como transductores resistivos de desplazamiento, y pueden medir tanto movimiento lineal como rotacional.

Los transductores lineales funcionan como divisores de tensión que modifican su relación en función del desplazamiento que experimenta su cursor. El desplazamiento que pueden alcanzar va de 10 a 300 mm con linealidades comprendidas entre ±0,05% y ±1%.

Los del tipo linear varían su valor en forma constante (linealmente), ver la figura 2.21.

Para poder acondicionar la señal proveniente del transductor, se colocan módulos electrónicos externos que proporcionan señales 0 - 20mA y de 4 - 20mA.



Figura 2.21. Sensor de posición lineal [25].

Aplicación de los sensores de posición.

Cuando la distancia que se va a medir no supera algunos metros, se utiliza un potenciómetro acoplado sobre un eje roscado, cuyo movimiento determina la posición del elemento móvil cuya posición se quiere medir.

Sensores de Temperatura.

La obtención de medidas de temperatura, es de las más frecuentes y de mayor importancia en la automatización industrial, es por esto que se vuelve cada vez más importante tener una comprensión clara de los distintos métodos de medida de esta variable, para lograr que el sistema sea el óptimo.

Dentro de los sensores empleados para la medida de la temperatura, están los basados en resistencias térmicas y bimetales.

a) Resistencia Térmica.

Lo constituyen las RTD (Resistance Temperature Detector) o PT100 basadas en la dependencia de la resistividad de un conductor con la temperatura, están caracterizadas por un coeficiente de resistividad positivo PTC (Positive Termal Coefficient). También lo son las NTC (Negative Termal Coefficient), que se llaman termistores y están caracterizadas por un coeficiente de temperatura negativo.

b) Bimetal.

Se tiene que algunos sensores de temperatura empleados en la automatización industrial, funcionan con base a una pieza formada por dos metales con distinto coeficiente de dilatación térmica, estos se encuentran fuertemente unidos, esta pieza comúnmente se conoce como Bimetal. La idea de unir y utilizar estos dos metales consiste en exponerlos a cambios de temperatura, de tal manera que los metales se expanden o contraen de manera que forman un arco uniforme. Lo común es que la unión Bimetal emplee metales con similares módulos de elasticidad y espesor.

Termopar.

El termopar o termocupla, este sensor se basa en el efecto de la circulación de una corriente en un circuito formado por dos metales diferentes, cuyas uniones se mantienen a distinta temperatura (unidos en un extremo y abierto en el otro), producen un pequeño y único voltaje según la temperatura, como se ejemplifica en la figura 2.22.

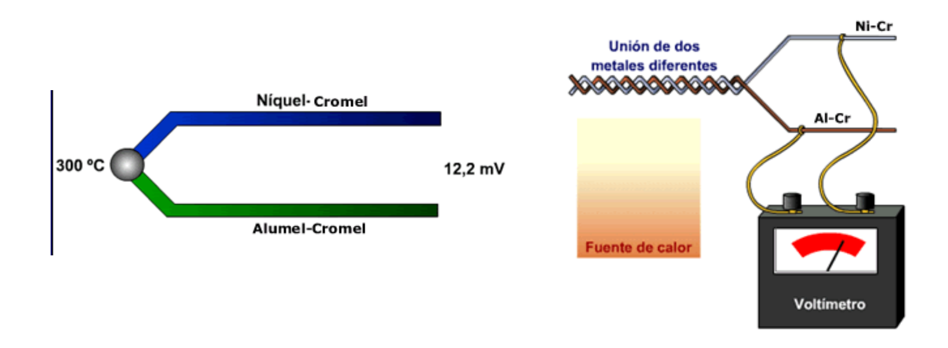


Figura 2.22. Principio del termopar [26].

El fenómeno es debido a dos efectos: (Peltier y Thomson).

- El efecto Peltier provoca la liberación o absorción de calor en la unión de dos metales distintos cuando circula una corriente a través de la unión.

- El efecto Thomson consiste en la liberación o absorción de calor cuando una corriente circula a través de un metal homogéneo en el que existe un gradiente de temperatura.

La tensión que pasa por el extremo abierto es función de la temperatura de la unión de los metales utilizados. La unión del termopar nos proporciona una Tx (temperatura desconocida: 'unión de medida'), en el extremo abierto se tiene Tref (temperatura fija conocida: 'unión de referencia') y midiendo el valor de V por medio de un voltímetro, se puede calcular el valor de Tx mediante la ecuación:

$$V = T_x - T_{ref}$$

Dado que los voltajes que generan los diferentes tipos de termocuplas, están estudiadas y documentadas, es posible obtener tablas que asocian un voltaje determinado con una temperatura, por lo que en aplicaciones prácticas se utilizan tablas de calibración.



Figura 2.23. Termopar utilizado en el proyecto [27].

Clasificación de los termopares [28].

Estos dispositivos, se dividen o se clasifican con respecto a su forma constructiva, básicamente si son metálicas o no, dentro de las metálicas se encuentran las de tipo E, J, K y T, se utilizan para temperaturas hasta de 1000°C y los no metálicos como los tipos S, R, B; ya que, se fabrican de distintos metales o aleaciones se utilizan para temperaturas de hasta 2000°C, con el objetivo de abarcar mayores rangos de medición de temperatura, los más comunes para aplicaciones industriales se muestran en la **Tabla 1** , es importante mencionar que para cada tipo de termopar se encuentran hojas de datos que facilitan y orientan la interpretación del valor obtenido por el dispositivo.

Tabla 1.- Clasificación y rangos de medición de los termopares más comunes.

Termopar	Material	Rangos de medición(°C)	Sensibilidad(µV/°C)
Tipo B	Platino6%/Rodio-platino30%/rodio	38 a1800	7.7
Tipo C	Tungsteno 5%/Renio-Tungsteno26%/renio	0 a 2300	16
Tipo E	Cromo – Constantan	0 a 982	76
Tipo J	Hierro - Constantan	0 a 760	55
Tipo K	Cromo - Aluminio	-184 a 1260	39
Tipo R	Platino13%/Rodio-platino	0 a 1593	11.7
Tipo S	Platino10%/Rodio-platino	0 a 1538	10.4
Tipo T	Cobre -Constantan	-184 a 400	45

Aplicaciones industriales.

Todo tipo de control de temperatura en los procesos industriales. En aplicaciones industriales donde se requiera detectar temperaturas muy elevadas, los termopares se protegen con vainas de metal y cerámicas.

Código de Colores.

El propósito es establecer uniformidad en la designación de los termopares y cables de extensión, por medio de colores en sus aislamientos e identificar su tipo o composición así como su polaridad, ver figura 2.24.

Código ANSI	Combinación de la aleación		Código de color	
	+	-	Termopar	Extensión
E	Cromel níquel - cromo Ni-Cr	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
J	hierro Fe	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
T	cobre Cu	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
K	Cromel níquel - cromo Ni-Cr	Alumel níquel - aluminio Ni-Al		
N	Nicrosil níquel – cromo - silicio Ni-Cr-Si	Nisil níquel – silicio - magnesio Ni-Si-Mg		
R	platino - 13% rodio Pt-13% Rh	platino Pt	No establecido	
S	platino - 10% rodio Pt-10% Rh	platino Pt	No establecido	
B	platino - 30% rodio Pt-30% Rh	platino - 6% rodio Pt-6% Rh	No establecido	

Figura 2.24. Código de colores de termopares y cables de extensión [29].

b) Sensores Digitales.

Un sensor digital es aquel que entrega una salida del tipo discreta. Es decir, que el sensor posee una salida que varía dentro de un determinado rango de valores, pero a diferencia de los sensores analógicos, esta señal varía de a pequeños pasos pre-establecidos (cuantificados).

Por ejemplo consideremos un botón pulsador, el cual es uno de los sensores más básicos. Posee una salida discreta de tan solo dos valores, estos pueden ser abiertos o cerrados.

Los sensores discretos más comúnmente usados entregan una salida del tipo binaria las cuales poseen dos estados posibles (0 y 1). De aquí en adelante asumiremos que una salida digital es una salida del tipo binaria.

Una de las principales informaciones que es necesario extraer de un proceso determinado es la presencia o ausencia de un objeto, al paso por un punto determinado, el contaje de número de piezas que pasan, etc.

Los sensores digitales utilizados en el proyecto son de dos tipos:

Microrruptores.

Finales de carrera.

Microrruptores.

Son elementos que funcionan como un pulsador, cuya función consiste en determinar la posición o el estado de un proceso automático. Los tipos de contacto pueden ser NC (Normalmente cerrado) y NO (Normalmente abierto).

Generalmente son muy precisos, con una excelente respuesta de actuación y con diversos tipos de actuadores (émbolos de aguja, de palanca, compactos, flexibles, rígidos etc.).

Finales De Carrera.

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit swicht, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento, ver figura 2.25.

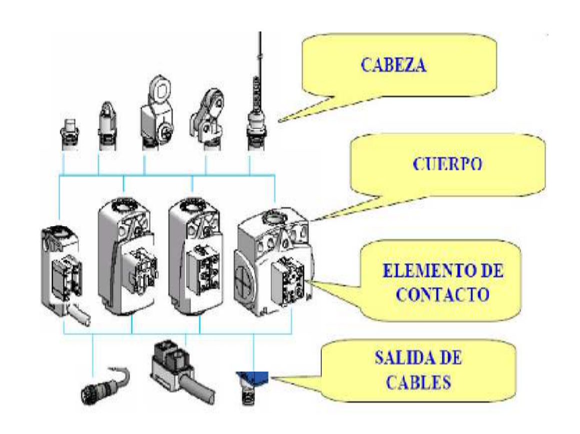


Figura 2.25. Sensor final de carrera.

2.2.7. Electrónica.

Variador de frecuencia [30].

Los variadores electrónicos varían directamente la velocidad del motor.

El motor de inducción basa su funcionamiento en la acción de un flujo giratorio producido en el estator (bobinado Primario). Éste flujo corta los conductores del bobinado del rotor (bobinado secundario) e induce fuerzas electromotrices, dando origen a corrientes en los conductores del rotor.

Como consecuencia de esto se originan fuerzas electrodinámicas sobre ellos haciendo girar el rotor en el sentido del campo. La velocidad del flujo giratorio es:

$$\mathbf{Ns = (60 \cdot f) / P}\text{, siendo}$$

N= número de revoluciones por minuto.

F = frecuencia en Hz.

P= pares de polos del motor

Variación de la frecuencia de alimentación del motor.



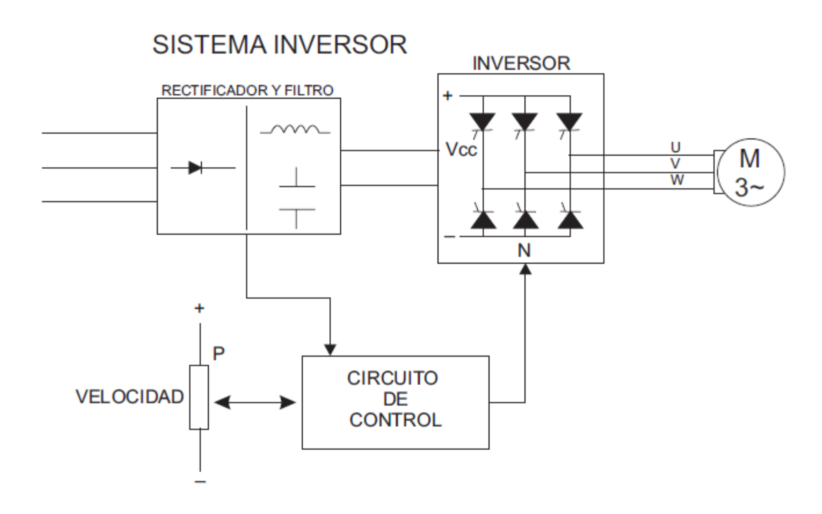


Figura 2.26. Diagrama de bloques de un variador de frecuencia [31].

Al ser el motor asíncrono una máquina donde la velocidad depende de la frecuencia, al modificar ésta, se consigue variar la velocidad.

Los sistemas electrónicos que transforman la frecuencia de la red en otra frecuencia variable en el motor, se denominan sistemas inversores.

Éstos están formados por:

Un rectificador: que transforma la corriente alterna en corriente continua. Un filtro formado por bobinas y condensadores, que tienen como finalidad proporcionar a la entrada del inversor una tensión prácticamente continua, Sin rizado.

Un inversor que transforma tensión C.C. Obtenida a la salida del bloque rectificador en tensión alterna, de frecuencia diferente a la de la red.

El circuito de control, es un circuito electrónico que se encarga de generar las tensiones de control y de referencia y, en función de éstas, abrir y cerrar los tiristores al ritmo que impone la frecuencia de la tensión de referencia. Este sistema permite obtener una amplia gama de frecuencias y niveles de tensión en el motor, y por tanto diferentes velocidades.

CAPÍTULO III

3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PVC.

3.1. Descripción del sistema de la máquina inyectora de pvc [32].

3.1.1. Máquina Desma DE00.

La máquina DESMA se utiliza para la inyección de suelas de plástico a calzado con cortes de cuero, textil o plástico.

La máquina está diseñada para la inyección de materiales termoplásticos como el P.V.C., este cambia su estado sólido a líquido gracias a la elevación de temperatura por medios eléctricos y a la fricción que se produce en el interior de la unidad de inyección debido a la rotación del tornillo helicoidal. Una vez líquido, el P.V.C. es empujado por el pistón de inyección hacia un molde.

Estas máquinas se utilizan para la producción de calzado, mediante el procedimiento de colocar cortes de lona, sintéticos o cuero en hormas e inyectar con materiales plásticos (P.V.C.) llenando las cavidades de los moldes obteniendo el producto en talla y modelo deseado (ver figura 3.1).

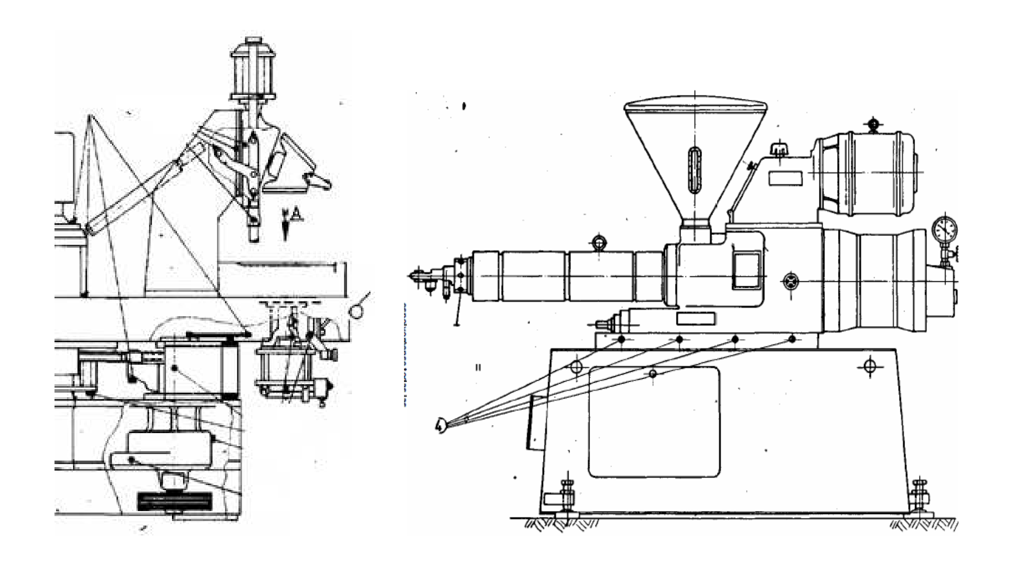


Figura 3.1. Desma DE00.

3.1.2. Datos técnicos.

Datos generales		**Grupo de inyección**	
Número de unidades de cierre	2	Longitud del tornillo	18 L/D
Presión operativa sistema hidráulico	280 bar	Volumen por inyección	495cm^3
Presión operativa aire comprimido	10 bar	Presión de inyección	700 bar
Consumo de aire con 10/seg tiempo de ciclo	5 m^3/h	Carrera del tornillo	210 mm
Poder calorífico instalado	18 KW	Velocidad del tornillo	25-280 rpm
Unidad de cierre		**Grupo hidráulico**	
Dimensiones del molde/estándar	400x200 mm	Caudal por la bomba	90 cm^3/U
Carrera de horma	120 mm	Presión de la bomba	315 bar
Fuerza para mantener cerrada la horma	60 KN	Potencia del motor de la bomba	10 HP
Altura de ajuste de la horma	333/383/433mm	Capacidad del tanque	1088 L

3.2. Partes de la máquina inyectora de pvc.

La máquina se compone de una mesa giratoria ocupada con 2 estaciones de inyección, un grupo de inyección, un grupo hidráulico y un armario de control eléctrico.

3.2.1. La mesa giratoria.

La mesa giratoria equipada con 2 estaciones de inyección, es una sólida construcción totalmente de acero. Una transmisión Electroneumática, accionada a través de un cilindro de doble efecto hace girar la mesa en un medio ciclo dirigido automáticamente a la siguiente posición de inyección mediante el mecanismo de engranaje cremallera (cremallera conectada al vástago del cilindro) y por medio de otro cilindro de doble efecto completa el ciclo situando en la siguiente estación de inyección.

Cada desplazamiento de la mesa se limita adicionalmente durante el recorrido por medio de un freno neumático, el cual se suelta una vez completado el movimiento.

La presión del freno se controla por medio de una válvula reductora de presión (figura 3.2. N.-3), la cual se encuentra situada junto con una válvula magnética en la

base de la máquina. Un manómetro allí situado (N.-.6) indica la presión, la cual debe ascender a 2,5 atm. El freno ha de controlarse continuamente (diariamente) poniéndose especial cuidado que los forros no contengan grasa.

En el diagrama de la figura 3.2, se observa los componentes que conforman el sistema de freno según su numeración.

Componentes del sistema de freno neumático.

1.- Conexión principal de aire - Válvula reductora

2.- Tanque de aire

3.- Válvula reductora - Cilindro del freno

4.- Válvula reductora - Pre y postpresión

6.- Manómetro - Cilindro del freno

10.- Válvula magnética - Cilindro del freno

12.- Cilindro del freno

26.- Conducción principal de aire

28.- Manómetro para la entrada principal de aire.

Los movimientos de los componentes del molde (horma, mole, pistones, piezas de puntera) se producen automáticamente. De la misma manera en el diagrama de la figura 3.2, se muestra los componentes del sistema de molde según su numeración.

Componentes neumáticos del molde.

9.- Manómetro - Pre y postpresión

13.- Cilindro de cierre de los aros de molde

14.- Cilindro de cierre de los aros de molde

15.- Cilindro del molde de suela

16.- Cilindro de la horma

17.- Cilindro de la puntera

18.- Embrague para aireación

19.- Válvula de bloqueo - Agua de condensación

20.- Válvula de bloqueo de la estación

21.- Distribuidor de energía.

22.- Distribuidor de aire - Horma

23.- Distribuidor de aire - Molde de suela

24.- Distribuidor de aire - Puntera

25.- Distribuidor de aire - Aros de molde

27.- Conducción de aire

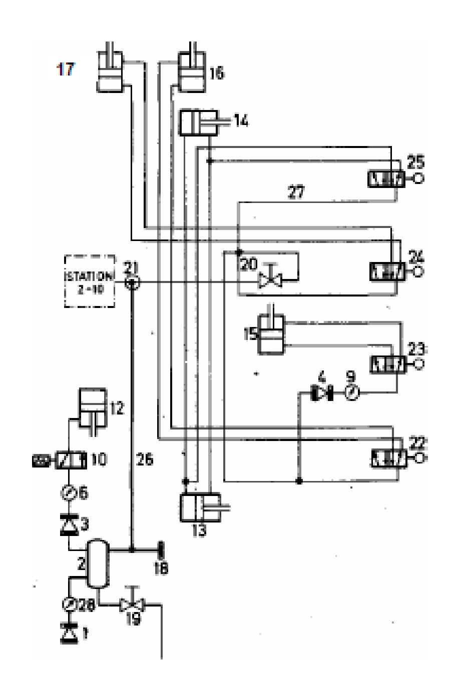


Figura 3.2. Circuito de freno neumático.

Desconexión automática del proceso de inyección.

La desconexión automática del proceso de inyección, (figura 3.3. N.-3) se produce a través de un micro conmutador instalado debajo de cada estación y accionado por el cilindro de trabajo por medio de una palanca basculante.

Para obtener un funcionamiento perfecto de esta desconexión, es necesario que la válvula reductora de presión colocada junto a cada cilindro de trabajo se ajuste según el tamaño de los zapatos. Para ello, puede tenerse en cuenta la siguiente regla:

Según tamaño:	Presión en la válvula reductora:
Hasta 26	4-5 kg/cm^2
27 al 32	5-6 kg/cm^2
33 al 38	6-7 kg/cm^2
39 al 43	7-8 kg/cm^2
44 al 47	8-9 kg/cm^2

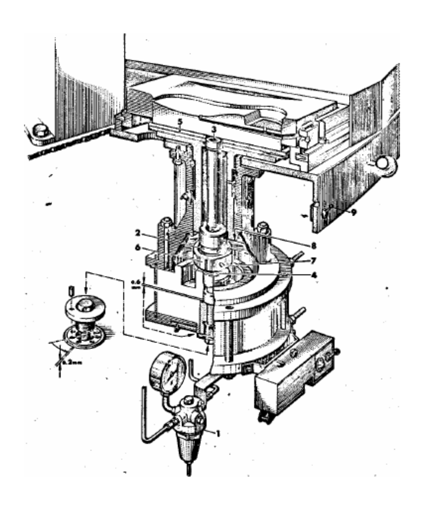


Figura 3.3. Desconexión automática del proceso de inyección.

Para ello es necesaria una entrada de presión constante de 12 kg/cm^2 regulada a través de la válvula reductora de presión instalada en la base de la máquina (figura 3.2, N.- 1) e indicada a través del manómetro dispuesto al efecto (N.- 28).

El manómetro situado a la izquierda del cilindro de trabajo indica la prepresión o la postpresión. En el caso de que con las presiones antes mencionadas no se obtengan suelas impecables, ha de elevarse la presión si se emplea material con malas propiedades de fluidez o reducirse si el material fluye bien.

La presión de desconexión debe ser tan grande como lo exija el moldeó impecable de la suela.

Los datos de presión indicados son solamente orientativos y pueden variarse de acuerdo con el tipo de artículo y las características de la suela.

Movimiento de las hormas.

El movimiento de las hormas, se produce a través de una palanca acodada accionada por un cilindro, cuyo punto de apoyo superior está afirmado en la pared posterior del soporte (figura 3.4. N.-1). Al bajar la horma, la palanca queda presionada por una presión inicial, la cual se origina mediante el contacto de un tornillo situado en la parte frontal (N.-2 y 3). Al estar la palanca en tensión, el movimiento de la misma queda limitado por un tornillo de tope (N.-5), situado de forma que evita que la palanca sobrepase el punto muerto. Al bajar la horma, se produce un ruido suave que confirma la posición final del sistema de palanca acodada.

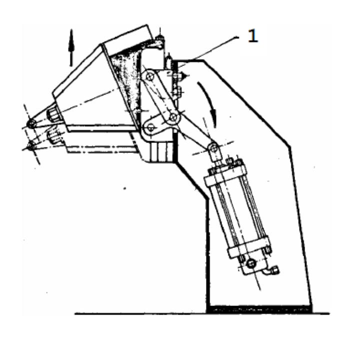


Figura 3.4. Movimiento de la horma.

Las piezas de recepción de las hormas (cabezas giratorias) que se encuentran en cada estación han sido reguladas en altura de manera que una vez ajustado un molde puede éste colocarse en la estación que se desee. Presupuesto para ello lo constituye el

hecho de que la altura regulada en fábrica de 333 mm (medidos con la cabeza giratoria bajada desde la superficie de reposo del molde hasta la superficie inferior de la cabeza giratoria), no se altere (ver figura 3.5).

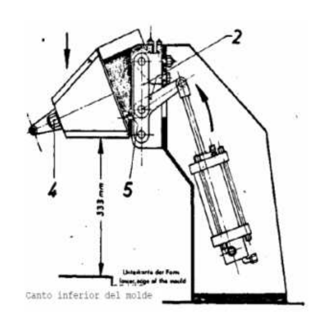


Figura 3.5. Horma en su posición más baja. Sistema de palanca acodada en tensión.

Calefacción de los moldes y las hormas.

La calefacción de los moldes y las hormas se regula a través de reguladores de temperatura colocados a los lados del soporte. Para cada componente del molde (hormas, aros, molde de suela y molde de puntera) se ha dispuesto un regulador, de forma que cada uno de los componentes puede regularse independientemente de los otros. Debajo del botón de regulación del regulador hay una escala graduada que indica la temperatura deseada (1=escalón de calefacción más bajo; I=calefacción no interrumpida; 0=regulador desconectado).

En la mayoría de los casos, no es necesario calentar el molde de suela y los aros del molde, ya que a través del material inyectado se mantienen de forma constante a una temperatura de 50-70 grados C. Al comenzar el trabajo pueden conectarse los reguladores y desconectarse una vez alcanzada la temperatura antes mencionada.

3.2.2. El grupo de inyección

El grupo de inyección, proporciona al material cualidades de inyectabilidad y dirigido electro-hidráulicamente lo inyecta en el molde.

La presión de servicio se regula individualmente mediante válvulas reguladoras de presión.

Para el proceso de inyección han de observarse los siguientes factores:

a) Velocidad de avance y retroceso del grupo de inyección.

b) Presión de inyección y velocidad de inyección.

c) Tiempo de postpresión.

d) Presión dinámica o de plastificación.

e) Calefacción del cilindro del tornillo.

f) Dosificación.

g) Refrigeración de la zona de entrada del material.

La regulación de estos factores depende del tipo de calzado, relieve del grabado, características del material, etc.

a) La velocidad da avance y retroceso del grupo de inyección.

Se origina a través del cilindro (figura 3.6. N.-11) y se regula a través del distribuidor magnético (N.-4), determinándose dicha velocidad a través de bobinas de reacción (N.-8) cuyo transcurrido de perforación es fijo, es decir, no regulable. En el caso de que produjeran trastornos en la velocidad de avance y retroceso del grupo quizás fuera necesario limpiar las bobinas magnéticas.

b) Presión de inyección y velocidad de inyección.

Para la inyección, actúa el tornillo como un pistón. La presión necesaria la suministra el cilindro (figura 3.6. N.-10) dirigido por la válvula reguladora de presión (N.-5). Delante está la bobina magnética (N.-7) con la cual se regula la velocidad de inyección. Esta bobina ofrece la posibilidad (con presión constante e uniforme en el cilindro) de variar la velocidad de inyección. (Para ajustar la bobina retírese la caperuza de protección, aflójese la contratuerca y regúlese la bobina en el hexágono).

Para la fabricación de calzado con suelas completamente de plástico (calzado de calle, deportivo, de trabajo) se trabaja con una presión de inyección entre 10 y 20 atms y así mismo la velocidad de inyección es bastante alta, al fabricarse zapatillas con suelas

prefabricadas, es necesario reducir la presión a unas 5 atms y también es necesario reducir la velocidad de inyección.

La presión de inyección la indica el manómetro (N.-13) que se encuentra en el cilindro (N.-10). Para ello es necesario que la válvula de bloqueo situada debajo del manómetro se abra por medio de la rueda de mano y se cierre una vez que se haya regulado la presión con el fin de proteger el manómetro de sobrecargas constantes.

El control de la presión de inyección debe efectuarse estando la tobera de inyección cerrada, ya que de otra manera se producen mediciones falsas.

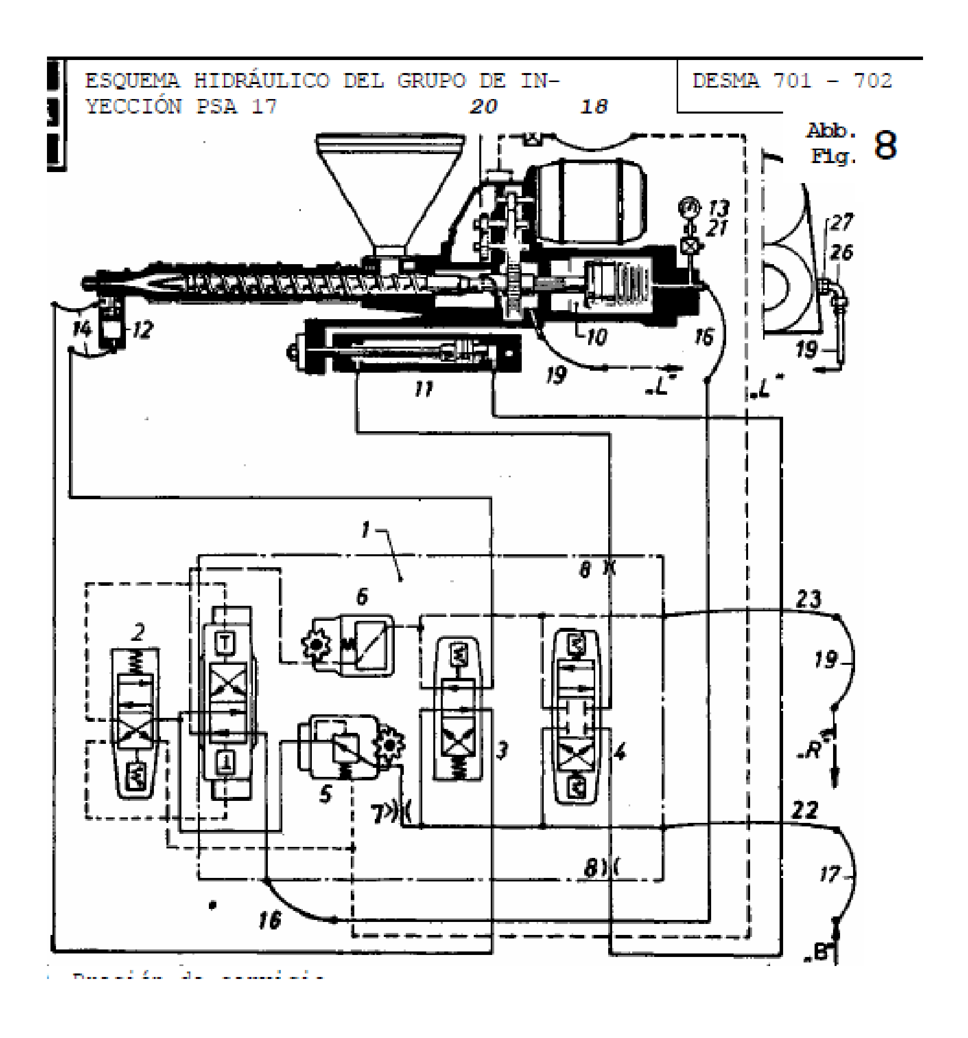


Figura 3.6. Circuito hidráulico.

c) **Tiempo de postpresión.**

Al terminarse el proceso de inyección, la cabeza de inyección queda un instante apoyada en el molde con el fin de evitar que el material inyectado refluya del molde. Este tiempo se denomina tiempo de postpresión y se regula en el armario de control mediante el reloj dispuesto al efecto.

Durante este tiempo se produce la plastificación y el tornillo transporta el material hacia delante y a través de la presión que se origina en la cabeza de inyección adquiere la tendencia de retroceder plastificando. Este retroceso origina asimismo una contrapresión del cilindro (figura 3.6. N.-10) la cual se denomina presión dinámica del tornillo.

d) **La presión de plastificación o presión dinámica.**

La presión dinámica es el factor más importante para conseguir una producción sin contratiempos.

La calefacción del cilindro del tornillo no conseguiría por sí sola calentar el material de PVC que es un mal conductor del calor, en un corto espacio de tiempo. La temperatura no penetraría en toda la cantidad de material. Sin embargo, la calefacción adicional que representa la fricción originada por la presión dinámica, calienta el cilindro del tornillo y convierte al material plástico en un estado de alta fluidez que lo hace adecuado para ser inyectado. Según las características del material y su viscosidad, así ha de regularse la presión dinámica del tornillo.

Atención: La presión dinámica debe ser solamente, lo bastante alta como para permitir que el tornillo después de cada proceso de inyección vuelva a su posición retrasada y allí termine su rotación.

Si el tornillo continuara girando ininterrumpidamente, se produciría a través de la fricción un sobrecalentamiento del material, corriéndose entonces el peligro de que el mismo se queme, con lo cual se dañarían las cualidades de resistencia a la abrasión del mismo.

e) Calefacción del cilindro del tornillo.

La calefacción del cilindro del tornillo, se origina a través de elementos de calefacción colocados alrededor del cilindro y divididos en 4 zonas.

Los elementos de calefacción están controlados a través de los instrumentos de medición y regulación colocados de forma bien visible en el armario de control. Dado que el PVC exige temperaturas diferentes por depender del número y tipo de estabilizadores que contenga, es necesario exigir estos valores de los suministradores de PVC. Normalmente la temperatura oscila entre 165 y 180°C. Si se produce un sobrecalentamiento exagerado del material, ha de comprobarse la presión dinámica del tornillo.

f) Dosificación.

La dosificación, ha de regularse de acuerdo con la mayor cantidad de material necesaria, es decir, el tornillo plastifica siempre la cantidad de material que el zapato más grande necesita. Esta cantidad se aumentara ligeramente para asegurar un llenado completo del molde. La figura 3.7 muestra la instalación de dosificación, donde los interruptores de recorrido E5 y E 7, limitan la carrera de la cabeza de inyección.

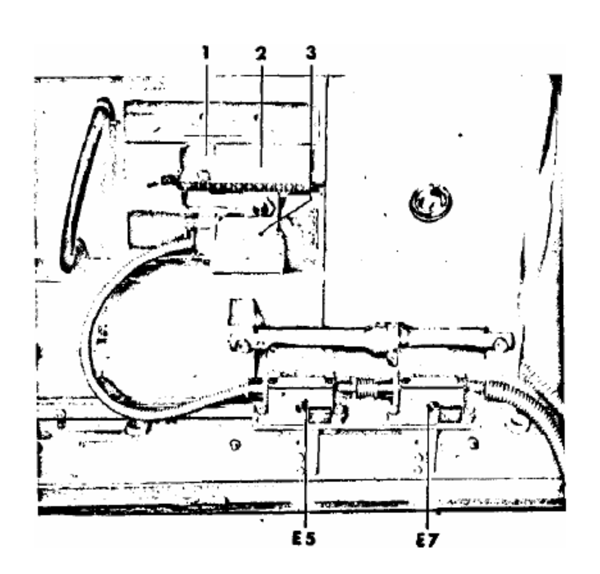


Figura 3.7. Instalación de dosificación.

El movimiento de retroceso, en lo que al tornillo se refiere, pone en acción un anillo fijo (figura 3.7, N.-1) con una espiga (N.-2), la cual exteriormente acciona un interruptor final (N.-3) con lo cual termina la plastificación.

La espiga se puede regular lateralmente y aumenta o reduce la plastificación según el principio anteriormente descrito.

g) Refrigeración de la zona de entrada del material.

La refrigeración de la zona de entrada de material, se refiere a la parte del grupo de inyección en la cual entra el material plástico procedente del embudo de llenado. Se necesita la refrigeración por una parte para evitar un reblandecimiento prematuro del material con lo cual se atascaría la zona de entrada y por otra parte para evitar una transmisión de calor a la atmósfera.

La conexión para la entrada y salida del agua puede verse en la figura 3.8.

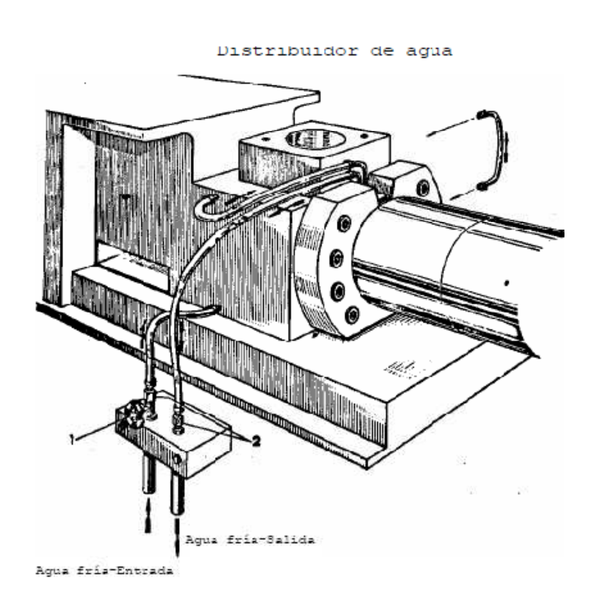


Figura 3.8. Refrigeración de la zona de entrada del material pvc.

3.2.3. El grupo hidráulico.

El grupo hidráulico produce la presión de servicio necesaria para los distintos componentes del grupo de inyección.

El grupo lleva instalado un acumulador que permite trabajar con una bomba relativamente pequeña. En los tiempos muertos, la bomba llena el tanque del pistón del acumulador contra la presión de la botella.

Por esta razón, puede sacarse en poco tiempo una gran cantidad de aceite a presión del tanque del pistón.

La dirección de giro de la bomba está indicada por medio de una flecha en la placa del tanque y en la cubierta de la bomba. La botella del acumulador se llena de nitrógeno antes de comenzarse a trabajar.

Como aceite hidráulico, debe usarse solamente aceite de marca HL 46 o HLP46, con una viscosidad de 46 c.St a 40ºC. Evítese la mezcla de aceites distintos, ya que pueden descomponerse químicamente y originan la formación de decantamientos.

El nivel del aceite debe encontrarse dentro de la mirilla superior (figura 3.9. N.-22) y debe controlarse de nuevo al conectarse los equipos.

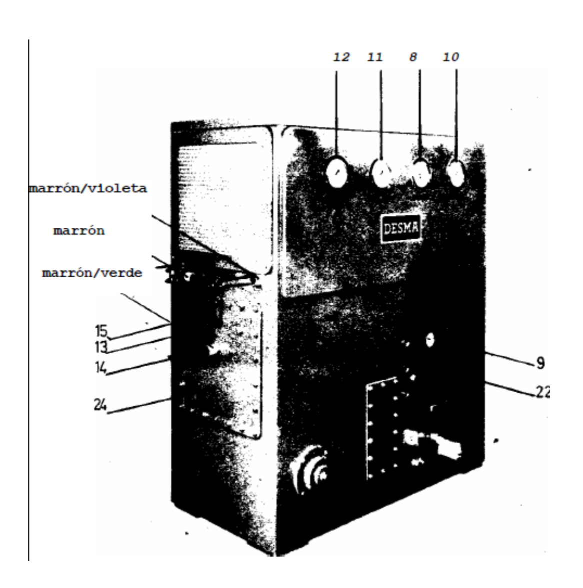


Figura 3.9. Unidad Hidráulica.

Si se han de efectuar reparaciones dentro del tanque del aceite o para limpiar el filtro de succión, se vacía el tanque hasta la mirilla inferior. El llenado de aceite asciende a 200 litros.

En condiciones normales de trabajo, la temperatura del aceite es de 40-60 °C, pero en ningún caso debe sobrepasar los 70°C. El teletermómetro (figura 3.9. N.-9) indica la temperatura del aceite.

Con temperaturas por debajo de los 15 °C, es aconsejable trabajar con el grupo hidráulico caliente al comenzar el trabajo.

Tan pronto como la bomba comienza a funcionar y se alcanza la temperatura normal de servicio, se controla en el vacuómetro (figura 3.9. N.-8) la resistencia de succión en el conducto de succión, el cual se denomina baja presión y no debe sobrepasar 0,3 kg/cm2. En el caso de que esta baja presión esté por encima de 0,3 kg/cm2 con temperatura de servicio normal (Teletermómetro, figura 3.9. N.-9), ha de procederse a la limpieza del filtro de succión de la bomba, ya que ello indica que el mismo está sucio, para ello hay que limpiar los filtros.

A continuación se enumera los componentes de la unidad hidráulica, ver figura 3.10.

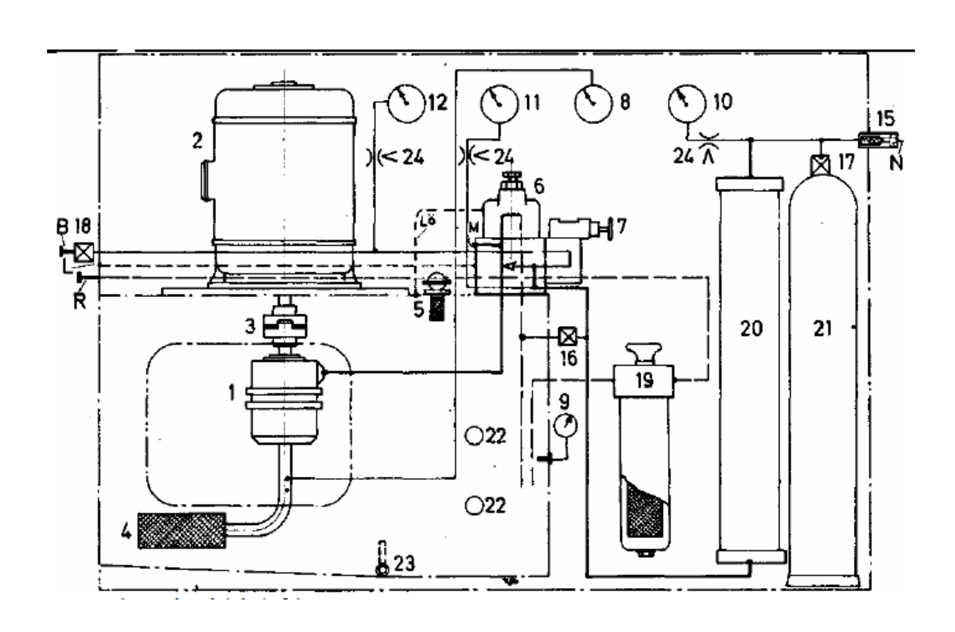


Figura 3.10. Grupo hidráulico.

1.- Bomba hidráulica.

2.- Motor eléctrico.

3.- Embrague elástico.

4.- Filtro de succión.

5.- Filtro de llenado y aireación.

6.- Válvula de conmutación, regulación de la presión de la bomba.

7.- Válvula reductora de presión. Regulación de la presión de servicio.

10.- Manómetro. Presión del nitrógeno.

11.- Manómetro. Presión del acumulador.

12.- Manómetro. Presión de servicio.

15.- Llenado del nitrógeno y válvula de bloqueo.

16.- Válvula de b1oqueo del acumulador del tanque.

17.- Válvula de bloqueo de la botella.

18.- Válvula de bloqueo del consumidor.

19.- Filtro de retorno.

20.- Aceite del acumulador.

21.- Botella de nitrógeno.

22.- Nivel de aceite.

23.- Tornillo de desagüe del aceite.

24.- Manómetro - Amortiguador.

B.- Conexión del consumidor.

R.- Conexión de retorno,

L.- Conexión del aceite de fuga.

LÖ.- Aceite de fuga.

N.- Conexión del nitrógeno.

Ti.- Conexión del manómetro para la bomba.

3.2.4 El armario de mando y control.

El armario de mando y control reúne en sí todos los elementos necesarios para el funcionamiento automático del equipo. Además, ofrece la posibilidad de que cada proceso se efectúe independientemente de los demás mediante el empleo de pulsadores.

En la parte frontal del armario se encuentran los relojes que tienen por misión la regulación del ciclo total, postpresión, así como el tiempo de inyección (tiempo máximo de inyección como medida de seguridad en caso de que se hayan producido averías en el sistema de desconexión). Junto a los relojes se encuentra un amperímetro, el cual indica la toma de corriente del motor del tornillo.

Encima de los relojes están los reguladores de temperatura, los cuales regulan automáticamente la calefacción de las distintas zonas del cilindro del tornillo.

Todos los relays, protecciones, seguros, etc. se encuentran en la mitad inferior del armario en una placa de montaje. Mediante lámparas de control, se indican las distintas operaciones de la máquina ver figura 3.11.

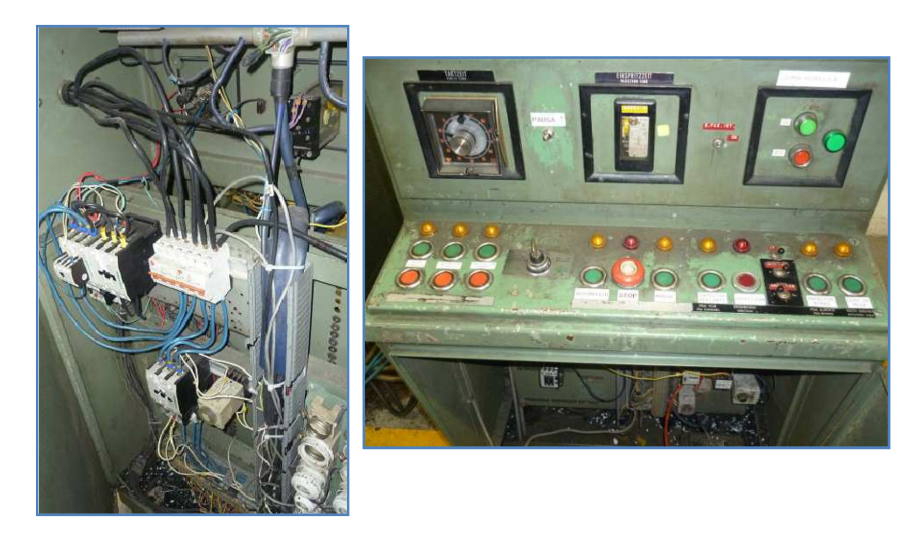


Figura 3.11. Tablero de control DE00.

CAPÍTULO IV

4. MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PVC.

4.1. Montaje mecánico.

4.1.1. Montaje de las hormas y los moldes.

El cambio de las hormas y los moldes, se empieza por aflojar la tuerca hexagonal situada en la cabeza giratoria (figura 4.1).

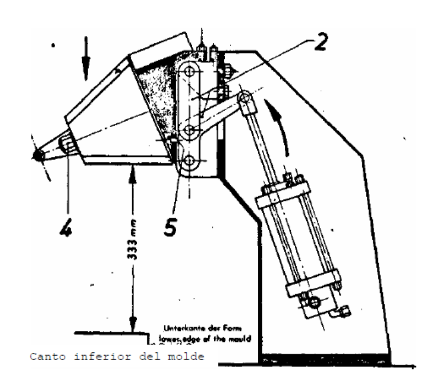


Figura 4.1. Tuerca hexagonal (N.-4), para el cambio de horma.

Antes de sacar la cabeza giratoria, es necesario desenchufar el cable conectado en el enchufe situado en el soporte. Entonces se coloca la nueva cabeza giratoria, y se afirma con la tuerca antes mencionada.

Los moldes se fijan mediante tornillos Allen. Aflojándose estos tornillos pueden meterse y sacarse los moldes fácilmente de su alojamiento.

La base del molde de suela está equipada con una pieza intercalada en la cual se encuentra un tornillo cilíndrico, el cual queda aprisionado en el cierre de bayoneta que se encuentra firmemente sujeto en la pieza de calefacción permanente del molde de suela. Al cerrarse los aros del molde, se centra el molde de suela en su posición correcta. Abriéndose otra vez los aros, puede sujetarse firmemente el molde de suela mediante un tornillo Allen que se encuentra en la pieza intercalada. Si a pesar de apretarse este tornillo no quedara fijado el molde de suela, ha de apretarse un poco más el tornillo embutido situado junto al tornillo cilíndrico.

Ha de prestarse atención al hecho de que los movimientos de las hormas y la apertura y cierre de los moldes se producen a plena presión. Por lo tanto, esta es la entrada de presión regulada por la válvula reductora de presión que se encuentra situada en la infraestructura de la máquina.

4.1.2. Montaje de punteras.

La instalación de punteras (figura 4.2) se cuelga con ayuda de los dos pernos (N.-3 y 4). La pieza de sujeción (N.-8) en el eje transversal inferior, lleva la pieza de puntera la cual queda centrada sobre el molde mediante dos pernos.

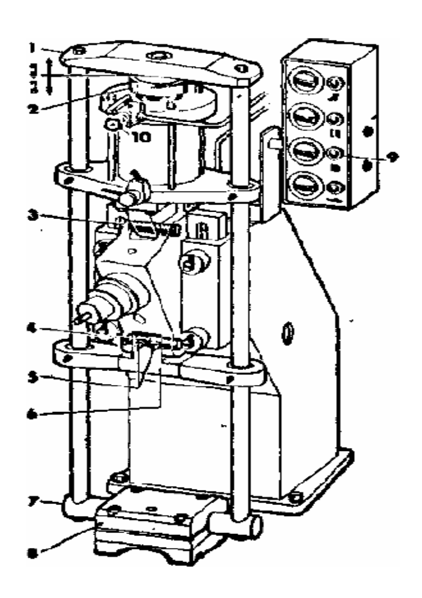


Figura 4.2. Pieza de puntera (8).

Ajuste de la pieza de puntera:

Con el molde cerrado y la horma bajada se mueve la pieza de puntera hacia abajo.

El límite de la carrera se regula con la tuerca moleteada (N.-2) a una distancia de aprox. 0,5-0,8 mm con relación al yugo. Mientras más grueso sea el material del corte, menor deberá ser la distancia entre tuerca moleteada y yugo, (N.-1).

La pieza giratoria (N.-6) se sujeta firmemente con los dos tornillos cilíndricos (N.-5) y se aprieta la pieza de puntera.

Si se opera la máquina a mano, ha de observarse que la pieza de puntera es la primera que se abre y la última que se cierra.

4.1.3. Montaje de las bandas de calefacción del cilindro del tornillo.

Una transmisión correcta del calor puede únicamente garantizarse, cuando el elemento térmico a través de la banda de tensión se encuentra uniformemente sobre el objeto que se desea calentar. Si se efectúa un montaje defectuoso pueden producirse sobrecalentamientos locales y daños del elemento térmico por desprendimiento insuficiente de calor.

El elemento térmico se coloca con la banda de tensión sobre el cilindro del tornillo, y se aprieta con los tornillos de tensión.

Después de calentado el cilindro del tornillo han de volverse a apretar los tornillos de tensión. El vació en la banda de tensión, el cual sirve para dirigir las conexiones eléctricas, debe encontrarse en el lugar expresamente indicado al objeto de que las conexiones no tomen contacto con la banda de tensión (masa). De otro modo puede producirse un cortocircuito.

4.1.4. Montaje del sistema de medición de volumen.

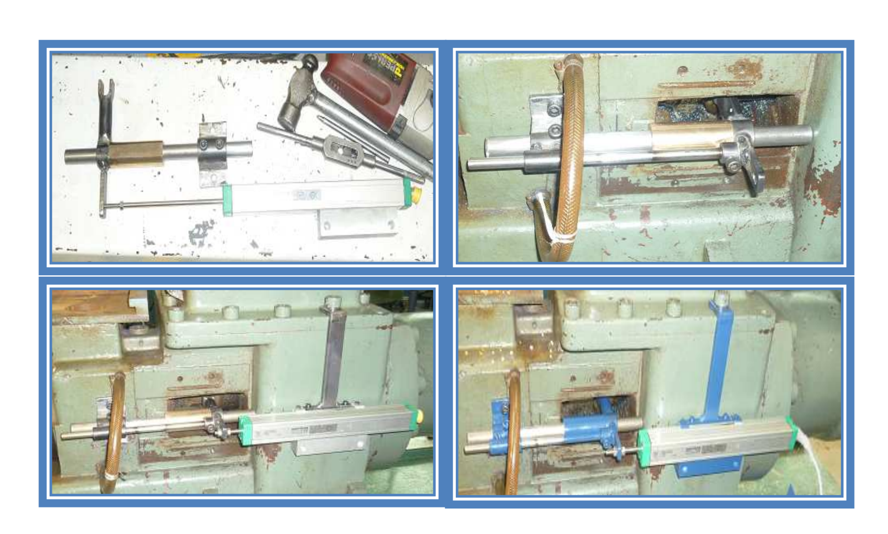


Figura 4.3. Montaje del sistema de medición de volumen.

Para el sistema de control de volumen de PVC, se diseño un mecanismo que me permita acoplar el tornillo de inyección con el potenciómetro, (ver figura 4.3).

4.2. Puesto a punto del circuito neumático e hidráulico.

Circuito neumático.

Se ha comprobado la presión y el flujo del aire a presión, así como su filtrado, que nos permite garantizar la calidad del aire suministrado a los equipos neumáticos de la instalación, para evitar averías y paradas, reducir gastos y alargar su vida útil.

Se ha revisado a fondo las fugas del circuito neumático, en especial en conectores, acoplamientos, extensiones, actuadores neumáticos, válvulas, filtros, medidores de presión etc.

El chequeo y puesto a punto del circuito Neumático se realizo con ayuda del diagrama del circuito neumático de la máquina detallado en la figura 3.2.

Circuito hidráulico.

Se ha revisado el correcto funcionamiento del interruptor con flotador, el cual desconecta la bomba en caso dado, para evitar que la bomba succione el completo volumen de aceite del depósito.

Se ha controlado la dirección de rotación del motor de accionamiento de la bomba antes de poner en marcha la máquina. La flecha que esta en la tapa de la bomba indica la dirección de rotación.

Se ha realizado con la ayuda de los planos del circuito hidráulico un minucioso chequeo para localizar daños, averías y fugas en el circuito, ver figura 3.6, de las partes del circuito hidráulico.

4.3. Montaje y cableado eléctrico.

En base a los requerimientos del proyecto se elaboro un listado con los equipos y elementos necesarios, las mismas que fueron enviadas al departamento de compras.

Los principales elementos y equipos se enlistan en el **Anexo IV**.

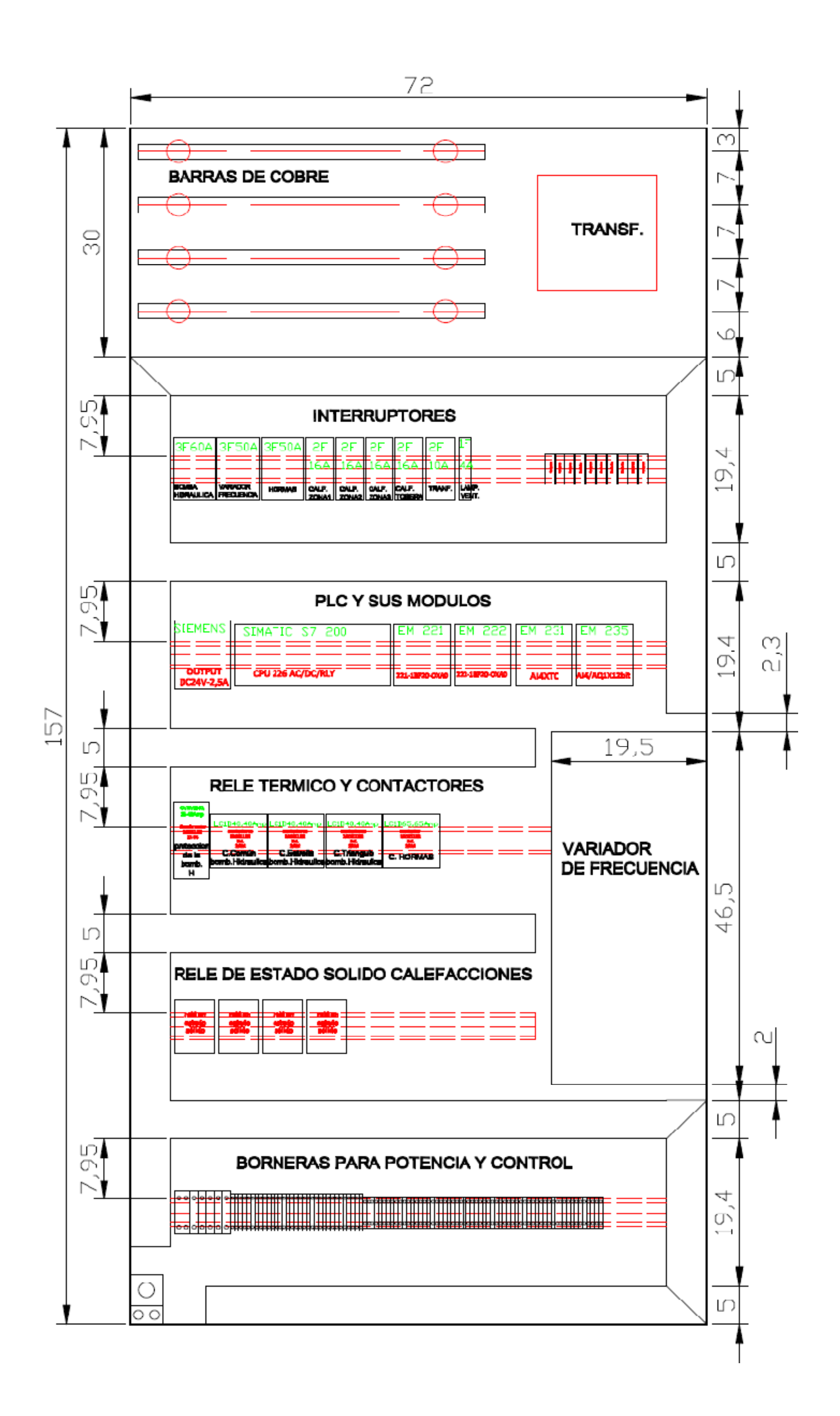


Figura 4.4. Diseño para ubicación de elementos en el interior del tablero de mando.

El montaje de los elementos y equipos en el tablero, se lo hizo según la distribución que se ilustra en las figura 4.4.

El elemento de seccionamiento de alimentación para el circuito fue montado en el tablero eléctrico existente a un costado del tablero de control y fuerza como se indica en la figura 4.5.



Figura 4.5. Tablero de control y fuerza.

4.3.1. Reglas y recomendaciones consideradas para el montaje.

En el instante del montaje de los elementos y equipos se tuvieron en cuenta algunas normas y recomendaciones dadas por fabricantes. Las más importantes se mencionan a continuación:

Todo armario y tablero eléctrico debe ser conectado a tierra de manera correcta para dar protección tanto a operadores como a los equipos que albergue.

Para el transporte de las señales analógicas provenientes de los sensores es recomendable el uso de cable apantallado para evitar interferencia de campos eléctricos y electromagnéticos externos.

En todo lo referente a uniones físicas de piezas en elementos conductores es recomendable verificar que exista un buen contacto entre éstas, ya que se podría obtener un mal funcionamiento del sistema tanto en la parte de control como de potencia.

En el variador de velocidad los cables de datos y los de poder deben ser ubicados separadamente (para eliminar ruido por acoplamiento). Esta separación debe ser como mínimo 20 cm.

El variador de velocidad debe tener una distancia mínima de separación de 50mm con otros elementos para lograr una buena ventilación.

4.3.2. Montaje del tablero de control.

Con respecto al montaje del tablero de control, se desarrollo de la siguiente manera:

1.- Se realizó los orificios para la ubicación de luces de señalización, pantalla DELTA, pulsantes de marcha-paro y emergencia, ver figura 4.6.



Figura 4.6. Orificios para la colocación de los elementos en el panel de control.

2.- Seguidamente se procedió con la colocación de las canaletas y la Riel DIN estándar donde se ubicaron, (ver figura 4.7):

- **Riel 1:** interruptores tripolares, dipolares y unipolares.

- **Riel 2:** PLC (CPU 226) y sus accesorios como: Módulo de entrada EM 221 y salidas EM 222 digitales, módulo de entradas para termocuplas EM 231 y entradas y salidas analógicas EM235, además la fuente de alimentación de 24 VDC para los sensores.

- **Riel 3:** relé térmico y contactores para el arranque estrella triangulo de la bomba hidráulica, además el contactor para la calefacción de hormas.

- **Riel 4:** relés de estado sólido para las calefacciones del tornillo de inyección y las hormas.

- **Riel 5:** borneras para potencia y control.



Figura 4.7. Proceso de colocación de las canaletas y el riel DIN estándar.

3.- Por otra parte, se conectó los elementos que conforman el circuito de alimentación para el tablero de mando de la máquina inyectora DE00, estos elementos son: transformador de 220 AC a 220 AC para el circuito de mando, y las barras de cobre para el circuito de potencia. Estos elementos fueron cableados mediante un conductor calibre 2 AWG color negro, calculada en función a la capacidad de corriente que va a trabajar la máquina, ver figura 4.8.

Se determinó el calibre de los conductores que alimentan a los elementos del circuito de potencia, en función a la intensidad de consumo de sus elementos y con ayuda de la tabla de calibre de conductores eléctricos que se encuentra en el **Anexo V**.



Figura 4.8. Ubicación de elementos para alimentación.

En la siguiente **Tabla 2**, se detalla el número de calibre para cada elemento instalado dentro del tablero.

Calibre de conductores para los elementos de potencia de la máquina DESMA DE00			
Elemento	Potencia HP	Intensidad A	Calibre AWG
Bomba Hidráulica	10	36	8
Motor Para El Tornillo	10	36	8
Resistencia De Calefacción De Horma	1.07	4	20
Resistencia De Calefacción De La Zona 1	3.54	12	14
Resistencia De Calefacción De La Zona 2	3.54	12	14
Resistencia De Calefacción De La Zona 3	3.54	12	14
Resistencia De Calefacción De La Tobera	3.54	12	14

4.- Se realizó la conexión tanto del circuito de potencia como la de control en base a los planos diseñados (ver en archivos de documentación técnica, área Lona de la Empresa Plasticaucho Industrial S.A.) y siguiendo un estricto orden de numeración con marquillas para cables y etiquetando los elementos con el fin de realizar un trabajo detallado, ver figura 4.9.



Figura 4.9. Conexión del circuito de potencia y de mando dentro del tablero.

5.- Luego se procedió al cableado de los pulsadores y las luces de señalización hacia las borneras, así como la conexión del panel DELTA en red profibus con el PLC.



Figura 4.10. Cableado desde las borneras hacia el panel de control.

Conexión de los pines del cable para la comunicación entre HMI DELTA en red profibus con el PLC:

Delta (Macho 9 pines).	**Siemens PLC (Macho 9 pines).**
Pin 2-3	Pin 3
Pin 1-4	Pin 8
Pin 5	Pin 5
Gnd	Gnd

Las conexiones internas entre pines del cable, están en función a la asignación de pines del puerto de comunicación de S7-200 (ver figura 4.12) y el puerto de comunicación del HMI DELTA (ver figura 4.11, donde: Pin 2-3 recepción de datos (entrada +) transmisión de datos (salida +) y pin 1-4 recepción de datos (entrada -) transmisión de datos (salida -)).

COM2 and COM3 Port [AE, A80THTD1 and A10THTD1 Series]

COM Port		PIN	MODE1 RS-232	MODE2 RS-422	MODE3 RS-485	MODE4 RS-232*2	MODE5 RS-422*2	MODE6 RS-485*2
Pin	COM2	1		RXD-	D-		RXD1-	D1-
		2	RXD	RXD+	D+	RXD1	RXD1+	D1+
		3	TXD	TXD+	D+	TXD1	TXD1+	D1+
		4		TXD-	D-		TXD1-	D1-
		5	GND					
	COM3	6		RTS-			TXD2-	D2-
		7	RTS	RTS+		TXD2	TXD2+	D2+
		8	CTS	CTS+		RXD2	RXD2+	D2+
		9		CTS-			RXD2-	D2-

Figura 4.12. Asignación de pines del puerto de comunicación del HMI DELTA.

Cuando se selecciona Modo 3 (por RS-485), D + indica que el PIN2 y el PIN 3 está conectado, y D- indica que el PIN 1 y PIN de 4 está conectado.

Enchufe	Nº de pin	Señal PROFIBUS	Puerto 0/Puerto 1
Pin 1 Pin 6 Pin 9 Pin 5	1	Blindaje	Tierra
	2	24 V Hilo de retorno	Hilo lógico
	3	Señal B RS-485	Señal B RS-485
	4	Petición de transmitir	RTS (TTL)
	5	5 V Hilo de retorno	Hilo lógico
	6	+5 V	+5 V, 100 Ω resistor en serie
	7	+24 V	+24 V
	8	Señal A RS-485	Señal A RS-485
	9	No aplicable	Selección protocolo de 10 bits (entrada)
	Carcasa del enchufe	Blindaje	Tierra

Figura 4.11. Asignación de pines del puerto de comunicación del S7-200.

6.- Se instalo un variador de frecuencia para controlar la velocidad del motor del tornillo de inyección. Se realizo un circuito electrónico para invertir la polaridad que me

permita controlar el variador por medio de PLC, ya que es un variador LS Industrial Systems SV-S7 que trabajan con polaridad negativa, ver figura 4.13.

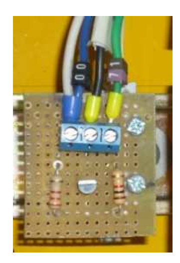


Figura 4.13. Circuito electrónico para invertir la polaridad.

Los bornes de conexión del variador LS Industrial Systems SV-S7 tanto del circuito principal como de mando se presenta en el **Anexo VI**.

7.- Además se tuvo que realizar una fuente de 10 VCD, para el sensor de posición lineal, ver figura 4.14.

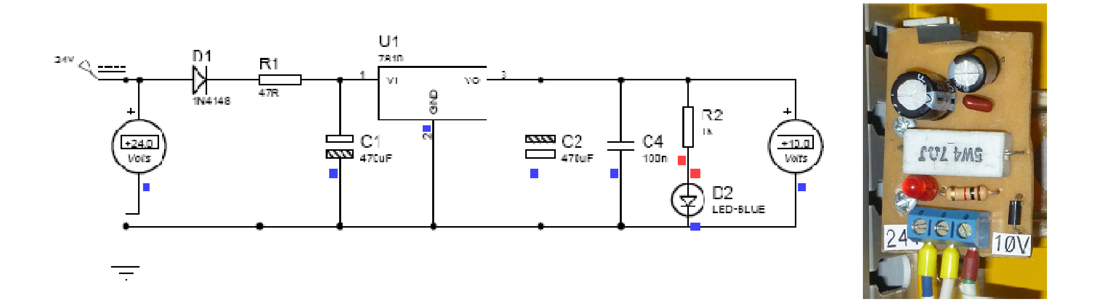


Figura 4.14. Fuente de 10VCD.

8.- Finalmente se etiqueto las lámparas, pulsadores según su función para el control, ver figura 4.15.



Figura 4.15. Etiquetado de los elementos según su función.

4.3.3. Instalación del tablero.





Figura 4.16. Tablero de control antiguo y actual respectivamente.

Una vez ubicado el tablero de mando en su sitio de trabajo permanente, se procedió a la conexión de las diferentes señales como: señales de sensores analógicos y sensores digitales.

Todas las señales analógicas se ha recomendado conectarlas al sistema mediante cable apantallado por ejemplo un cable Unitronic Li2YCY PiMF de 2 x 2 x 0,5.

Se utilizó un cable de 25 hilos para llevar las señales tanto de entrada como de salida, del PLC hacia la máquina.



Figura 4.17. Tablero de mando instalado.

4.4. Programación.

4.4.1. Notas sobre los micro-PLCs S7-200.

Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los Micro-PLCs S7-200 son especialmente apropiados para solucionar tareas de automatización.

- **Capacidad de las CPUs S7-200.**

La gama S7-200 comprende diversas CPUs. En el **Anexo VII,** se presenta una tabla que resume las principales funciones de las CPUs S7-200.

4.4.2. Instalar y utilizar el software de STEP 7-Micro/WIN [33].

a) Instalación de STEP 7-Micro/WIN 32.

- Para instalar STEP 7-Micro/WIN 32, siga los siguientes pasos:

1.- Inserte el CD en la correspondiente unidad del PC.

2.- Haga clic en el botón “Inicio” para abrir el menú de Windows.

3.- Haga clic en Ejecutar....

4.- En el cuadro de diálogo ”Ejecutar”, teclee e:\setup (donde “e” es la letra correspondiente a la unidad de CD–ROM) y haga clic en el botón ”Aceptar” o pulse la tecla INTRO. Así se inicia la instalación.

5.- Siga las instrucciones que van apareciendo en pantalla hasta finalizar la instalación.

6.- Al final de la instalación aparecerá automáticamente el cuadro de diálogo Ajustar interface PG/PC. Haga clic en el botón”Cancelar” para continuar.

7.- Aparecerá el cuadro de diálogo “Fin de la instalación”, con una de las siguientes opciones:

• 1ª opción: Sí, deseo reiniciar mi ordenador en este momento.

No, reiniciaré mi ordenador más adelante.

• 2ª opción: Sí, deseo leer el archivo LÉAME ahora mismo.

Sí, deseo arrancar STEP 7-Micro/WIN 32 ahora.

b) Configurar la comunicación utilizando el cable PC/PPI.

Vamos a configurar la comunicación entre la CPU S7-200 y el PC, utilizando para ello el cable PC/PPI.

➢ **Conectar el PC a la CPU.**

Para establecer una conexión correcta entre los dos componentes, deberemos realizar:

1.- Conecte el extremo RS-232 ("PC") del cable PC/PPI al puerto de comunicaciones de su PC (COM1 ó COM2).

2.- Conecte el extremo RS-485 ("PPI") del cable PC/PPI al puerto de comunicaciones de la CPU.

➢ **Ajustar el interface.**

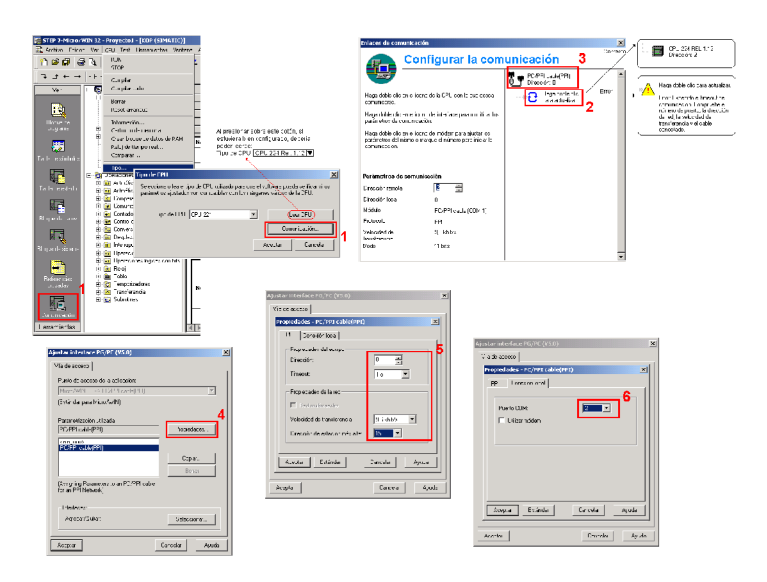


Figura 4.18. Ajuste de interface.

1.- Hacer clic sobre el icono de comunicación en la barra de navegación. O en su lugar seleccionar la opción “Tipo” dentro del menú “CPU”. La CPU que debería aparecer es: CPU 226, en caso contrario, comprobar los valores de configuración ajustados para la comunicación dentro de la ventana “Configurar la comunicación”.

2.- Hacer doble clic en el campo destinado a actualizar la comunicación. Con ello, la CPU conectada debería reconocerse y registrarse automáticamente.

3.- Si la CPU no es reconocida o aparece una información relativa a que no es posible establecer la comunicación, debemos hacer doble clic en el campo Cable PPI.

4.- En la opción Puerto PG/PC, seleccione Cable PC/PPI y presione el botón “Propiedades”.

5.- En la carpeta PPI, ajuste:

Dirección de CPU → 0.

Timeout → 1 s.

Velocidad de transferencia → 9,6 kbits/s.

Dirección de estación más alta → 15.

6.- En la carpeta Conexión Local, seleccionaremos el puerto (interface) en el que hayamos conectado el cable PC/PPI.

Confirmaremos los cambios realizados en cada ventana pulsando Aceptar.

c) Utilizar el software de STEP 7-Micro/WIN.

Aspecto general.

Como se aprecia en la figura 4.19, la pantalla se divide en 4 partes principalmente (además de los menús e iconos de acceso rápido):

A. Barra de navegación: Nos permite acceder a las opciones más comunes de forma rápida.

B. Árbol de operaciones: En donde se sitúan todas las órdenes de programación aceptadas por el autómata.

C. Ventana de resultados: en la que se visualiza el estado de la compilación del programa, errores, etc.

D. Ventana de programación: situada a la parte derecha y dividida por Networks (líneas de programación). En este lugar elaboraremos el programa que ha de gobernar al PLC. Su aspecto varía según el lenguaje elegido (KOP, AWL ó FUP) y que podremos seleccionar a través de las teclas que llevan sus mismos nombres. Hay que señalar que el programa es capaz de traducir a cualquiera de estos lenguajes.

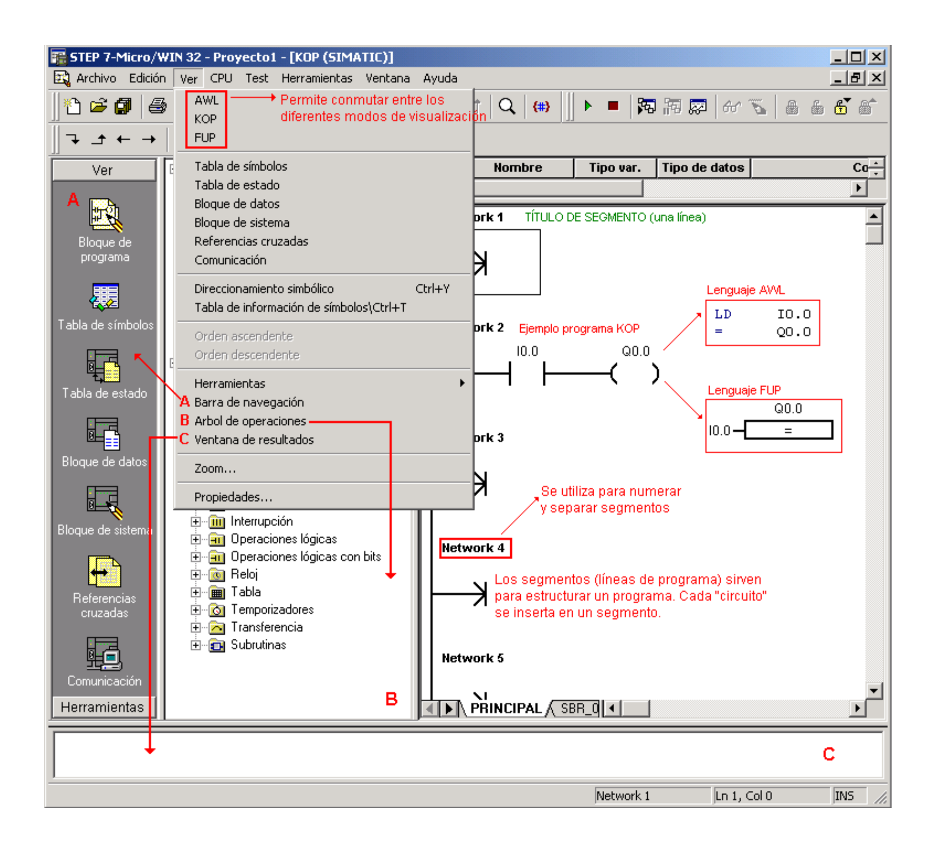


Figura 4.19. Partes de la pantalla del software STEP 7 MicroWin.

Introducir órdenes.

A partir de ahora todas las explicaciones versarán sobre el lenguaje KOP, por tratarse del lenguaje más intuitivo debido a su carácter eléctrico.

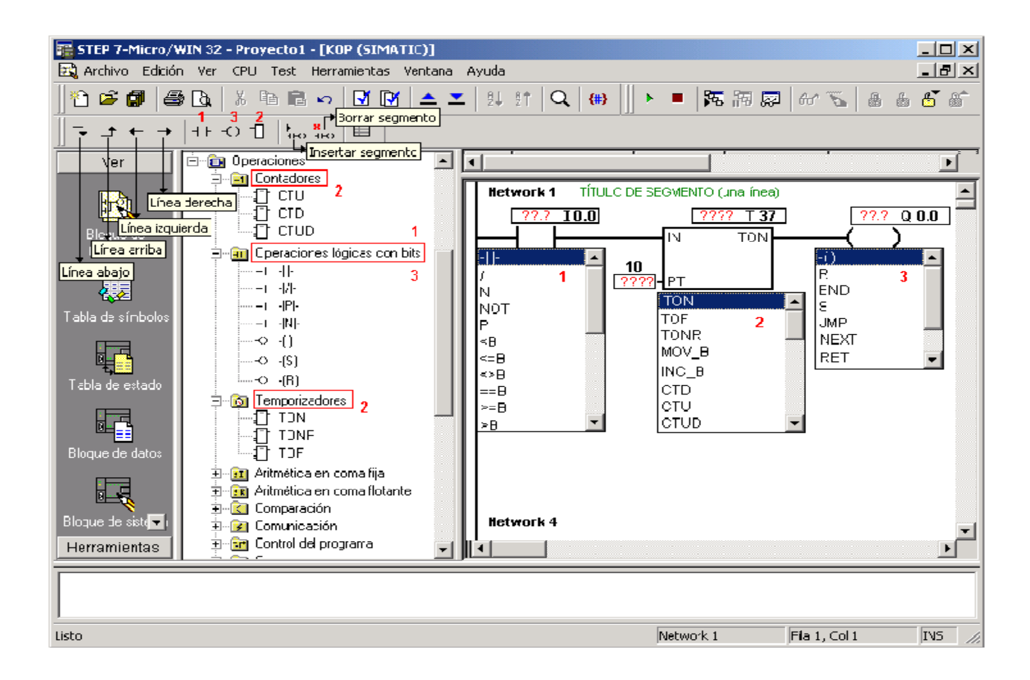


Figura 4.20. Introducir órdenes.

El programa presenta varias maneras de introducir contactos, bobinas o cuadros:

Desde el Árbol de direcciones, abriendo las distintas carpetas existentes dentro de Operaciones.

O bien a través de los iconos que aparecen como marcados en el dibujo como:

1. contactos: para insertar entradas.

2. Cuadros: para insertar funciones ya programadas (contadores, temporizadores, etc.).

3. Bobinas: para insertar salidas.

Una vez introducido el elemento seleccionado, deberemos darle nombre: para ello deberemos colocarnos en los interrogantes situados en la parte superior del elemento y teclear la estructura explicada con anterioridad para entradas y salidas.

Ayuda.

Para acceder a él, basta con seleccionar el objeto del que se quiere obtener la ayuda y presionar F1 sobre el teclado.

Introducir comentarios.

Podemos introducir comentarios dentro de cada segmento que faciliten la interpretación del programa:

El editor de comentarios se dividen en:

1. Título del segmento, se visualiza en pantalla.

2. Comentario, no aparece en pantalla, para poderlo observar deberemos:

- ✓ Realizar doble clic sobre el segmento/Network correspondiente.
- ✓ bien imprimir el programa, especificando que se impriman dichos comentarios.

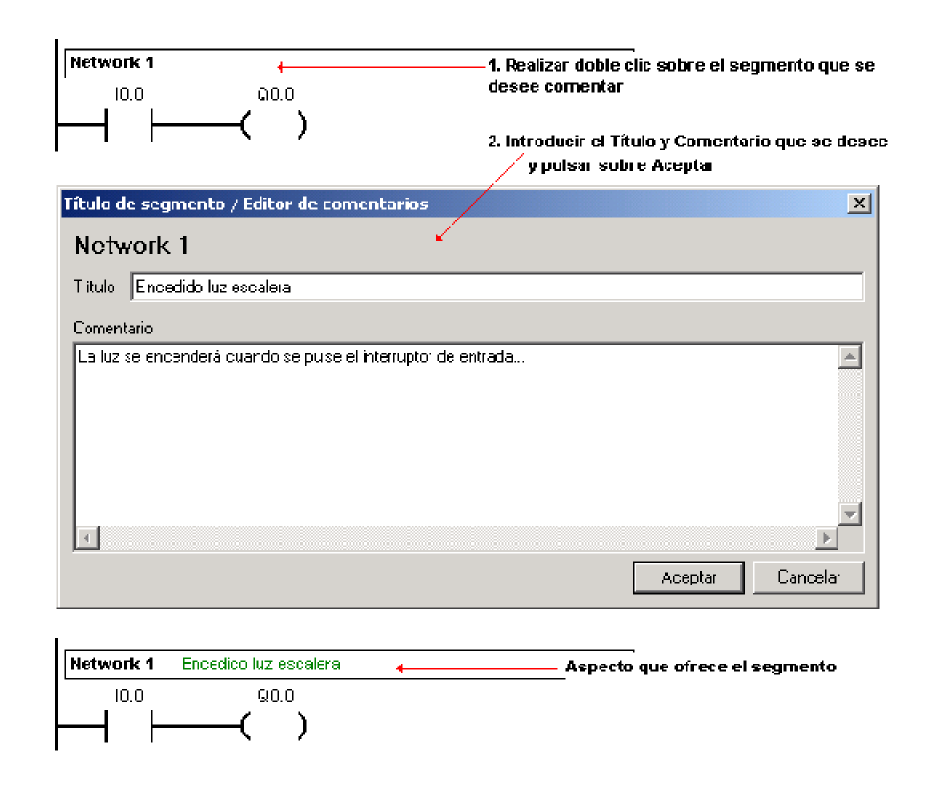


Figura 4.21. Introducir comentarios.

Direccionamiento simbólico.

Hasta ahora hemos editado el programa del PLC utilizando operandos en el "idioma del PLC" (I 0.0, Q 0.0, etc.). Sin embargo, con un programa muy largo, este tipo de operandos dificulta su lectura y comprensión. Sería muy útil poder trabajar con las denominaciones de los interruptores o con un texto explícito, es decir, en lugar de I 0.0 utilizar "pulsador de marcha"...

Para ello, hemos de recurrir al direccionamiento simbólico, al cual podemos acceder a través de la Barra de navegación o bien recurriendo a las opciones del menú Ver, seleccionando en ambos casos la opción Tabla de símbolos.

Con ello obtendremos una ventana para editar la tabla de símbolos.

- Bajo "nombre" introduciremos lo que luego se visualizará como texto explícito.
- Bajo "direcciones" se introducen los operandos que deben ser sustituidos por los nombres simbólicos.
- Bajo "comentario" podemos introducir un texto explicativo.

Para que tenga efecto, no deberemos olvidar guardar el trabajo realizado.

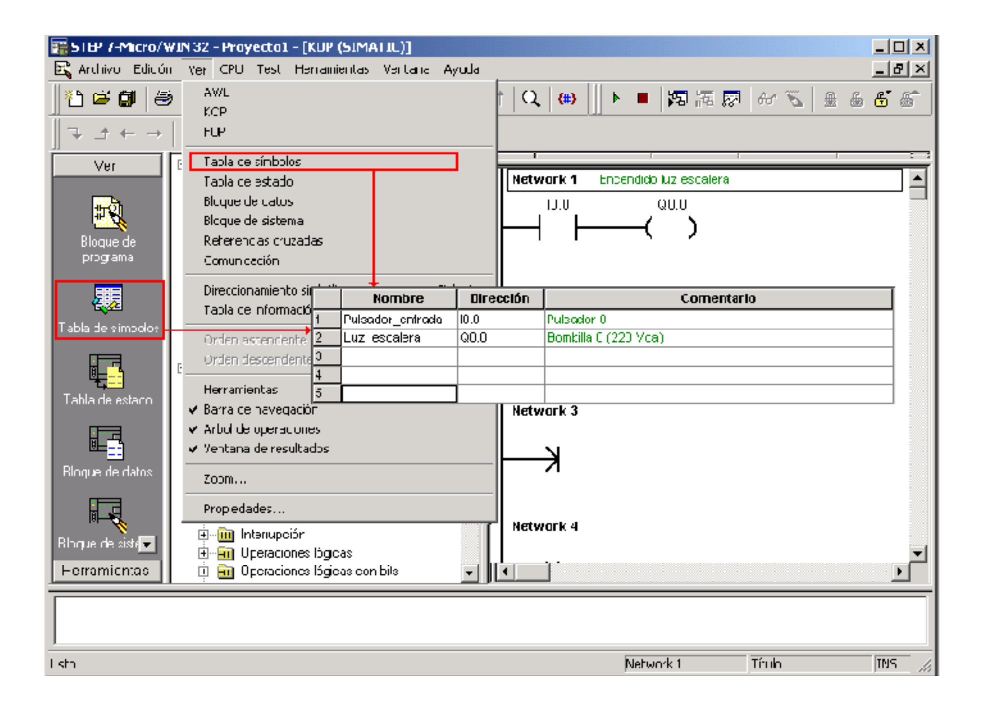


Figura 4.22. Como introducir tabla de símbolos.

Finalmente, debemos activar el direccionamiento simbólico. Para ello, a través del menú Ver seleccionaremos la opción Direccionamiento simbólico:

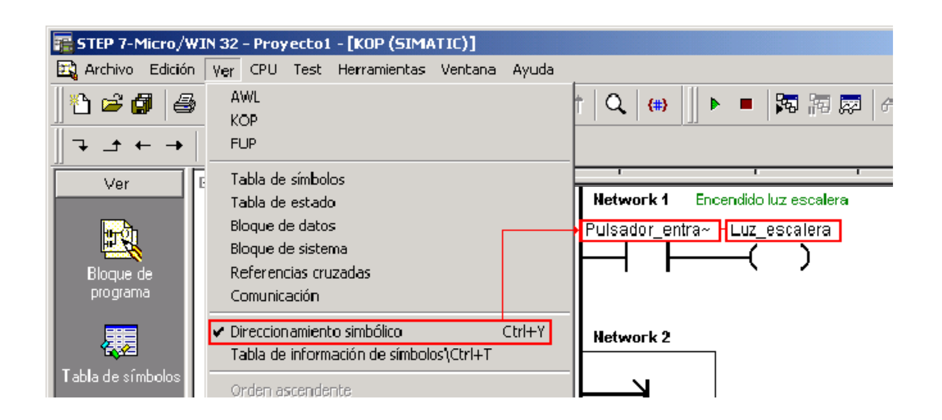


Figura 4.23. Direccionamiento de símbolos.

Compilar-ejecutar.

A continuación explicaremos la secuencia a seguir para una correcta transmisión y ejecución del programa diseñado.

1.- En primer lugar compilaremos el programa, con la finalidad de depurar posibles "errores ortográficos". El resultado de la compilación aparecerá en la Ventana de resultados. Si existe algún error deberemos subsanarlo, en caso contrario pasamos al siguiente punto.

2.- Llegados a este punto debemos transferir el programa elaborado al autómata, para ello seleccionaremos el icono Cargar en CPU.

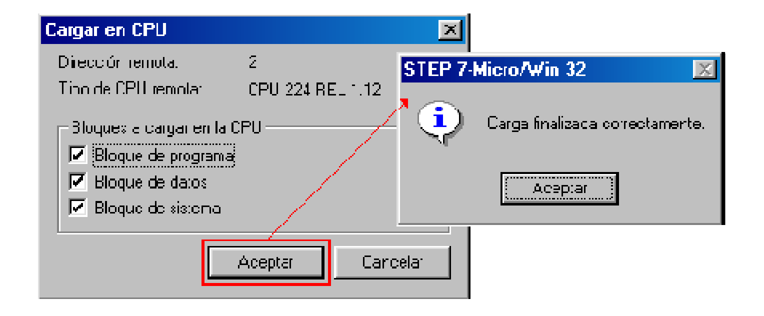


Figura 4.24. Cargar en CPU.

La opción Cargar en PG realiza el proceso contrario, es decir, carga el programa que tiene el autómata en memoria al MicroWin.

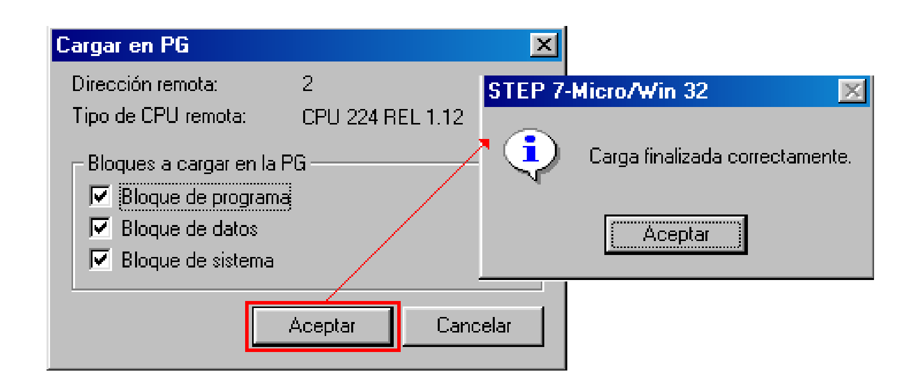


Figura 4.25. Cargar en PG.

3.- Por fin podemos ejecutar el programa, mediante la opción RUN, y observar su funcionamiento real a través del PLC. Debemos recordar que el autómata debe tener su selector en posición TERM.

Cuando queramos detener la ejecución, será suficiente con presionar el icono STOP.

4.- Existe la posibilidad de visualizar el desarrollo del programa a través del MicroWin y de este modo poder depurar y perfeccionar el código elaborado. Esto es posible mediante la opción "Estado del programa", de este modo cuando se active un contacto su interior aparecerá de color azul.

Debemos tener cuidado con esta opción, pues cuando se encuentra activada no permite realizar ninguna modificación al programa.

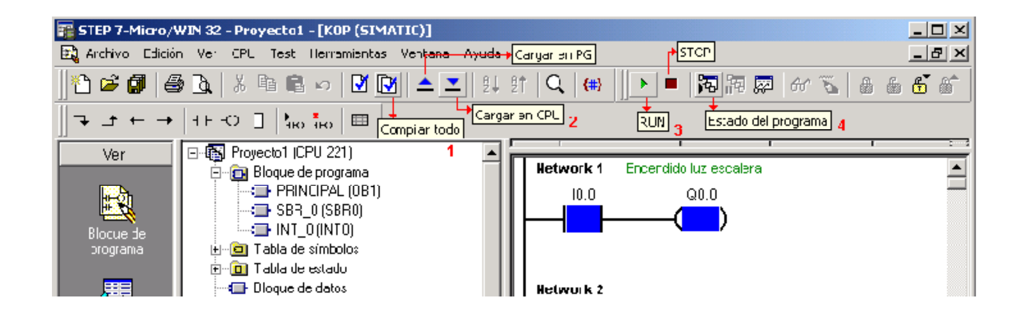


Figura 4.26. Visualizar el desarrollo del programa.

Cualquier modificación realiza al programa, para que surja efecto, deberá ser transferida de nuevo al autómata.

4.4.3. Nociones básicas para programar una CPU S7-200.

Se requieren conocimientos básicos en el campo de la automatización y de los autómatas programables.

Funcionamiento básico de la CPU S7-200

- La CPU lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en la CPU utiliza dichas entradas para evaluar la lógica.
- Durante la ejecución del programa, la CPU actualiza los datos.
- La CPU escribe los datos en las salidas.

¿Cómo el PLC maneja el proceso?

El PLC controla el proceso, en el cual actuadores son conectados como salidas a conexiones especificas del mismo. Motores pueden ser conmutados ON u OFF, válvulas abiertas o cerradas, lámparas encendidas o apagadas por medio de dicha conexión.

¿De dónde consigue el PLC la información?

Un PLC recibe información acerca del proceso de generadores de señal los cuales están conectados a las entradas del mismo. Estos generadores de señal pueden ser, por ejemplo, sensores los cuales reconocen si una pieza de trabajo se encuentra en una determinada posición, switches o pulsadores que se encuentran abiertos o cerrados, etc.

Figura 4.27. Los elementos básicos de un sistema de control automático.

4.4.4. Entradas y salidas [34].

En un PLC, la sección de entradas/salidas (E/S) se encarga de vigilar y supervisar la intercomunicación entre los dispositivos industriales y, los circuitos electrónicos de baja potencia, que almacenan y ejecutan el programa de control.

Entradas/Salidas digitales.

La sección de entrada puede recibir señales desde dispositivos tales como: botones pulsadores, selectores, sensores, termostatos, e interruptores de cualquier tipo. Tales dispositivos envían señales de voltaje que pueden ser de corriente directa o de corriente alterna.

Las entradas y salidas que están integradas en la CPU tienen direcciones fijas, en cambio, los módulos de ampliación de E/S, las direcciones vienen determinadas por el tipo de E/S y la posición del módulo de ampliación a la derecha de la CPU con respecto a la anterior módulo de entradas o salidas del mismo tipo.

Por ejemplo un módulo de salidas no afecta las direcciones de un módulo de entradas y viceversa. Igualmente los módulos analógicos no afectan el direccionamiento de los módulos digitales y viceversa.

Entradas/Salidas analógicas.

Los procesos industriales producen señales analógicas, como por ejemplo, presión, fuerza, velocidad, caudal, aceleración, desplazamiento (angular, lineal), temperatura, nivel de fluidos, y demás variables del proceso, que varían constantemente con el tiempo.

La velocidad del cambio puede ser muy lenta, como la variación de temperatura ambiente, o muy rápida, como sucede en los sistemas de audio. El Micro-PLC para poder manejar dichas señales, se han diseñado unos módulos separados de E/S analógicas.

Una señal analógica incluye todos los valores de la señal, desde un valor mínimo hasta un máximo, de voltaje o corriente.

Para interrelacionar las señales analógicas con la lógica digital del CPU, se necesitan los convertidores analógicos a digital (CAD), el cual sirve para convertir las señales de entrada analógicas de voltaje (0V-10V), o de corriente (4mA-20mA), a una señal digital de 16 bits.

Para transformar las señales digitales del CPU a señales analógicas de salida del PLC, se necesita el convertidor digital a analógico (DAC). La señal de salida analógica varía de aplicación en aplicación. El rango más utilizado de las señales de corriente está entre 4mA-20mA y los más usados para las señales de voltaje son 0-5V y 0-10V.

El número de incrementos entre el valor mínimo y el valor máximo es conocido como resolución. El numero de incrementos o, resolución en la señal de salida análoga depende de la señal de entrada digital. Si la entrada digital es de 16 bits, habrá 32768 incrementos.

4.4.5. Lenguajes de programación.

La dirección del IEC (estándar internacional) ha elaborado el estándar IEC 1131-3 para la programación de PLC's, con la idea de desarrollar el estándar adecuado para un gran abanico de aplicaciones.

Los lenguajes gráficos y textuales definidos en el estándar son una fuerte base para entornos de programación potente en PLC's. Los lenguajes más significativos son:

a) Lenguaje de contactos (KOP): es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos.

b) Lenguaje por lista de instrucciones (AWL): consiste en elaborar una lista de instrucciones.

c) Plano de funciones lógicas (FUP): resulta especialmente cómodo de utilizar cuando estamos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

d) GRAFCET: es el llamado Gráfico de Orden Etapa-Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

4.4.6. Diagrama ladder (LD) [35].

Este lenguaje también llamado lenguaje KOP o escalera permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

Elementos básicos de KOP.

En la figura 4.28, se ofrecen los siguientes elementos básicos para crear programas:

Contactos: un contacto representa un interruptor por el que circula la corriente cuando está cerrado.

Bobinas: una bobina representa un relé que se excita cuando se le aplica tensión.

Cuadros: un cuadro representa una función que se ejecuta cuando la corriente circula por él.

Segmentos: cada uno de estos elementos constituye un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o cuadros.

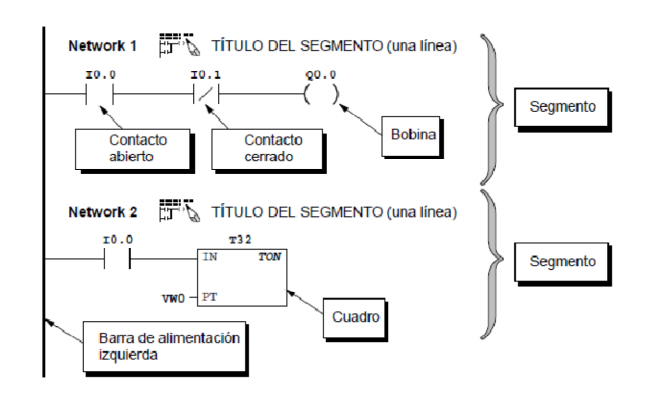


Figura 4.28. Elementos básicos de KOP.

Juego de operaciones [36].

a) Operaciones lógicas con bits.

- **Contactos**

Detectar flanco positivo y negativo.

El contacto detectar flanco positivo permite que fluya la corriente durante un ciclo cada vez que se produce un cambio de 0 a 1 (de”off” a”on”).

El contacto detectar flanco negativo permite que fluya la corriente durante un ciclo cada vez que se produce un cambio de 1 a 0 (de”on” a”off”).

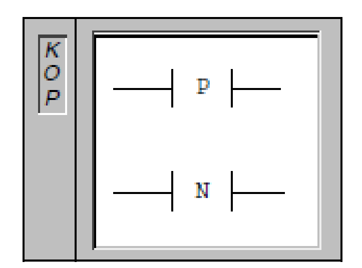


Figura 4.29. Detectar flanco positivo y negativo respectivamente.

- **Bobinas.**

Poner a 1, Poner a 0.

Las operaciones Poner a 1 (S) y Poner a 0 (R), activan (ponen a 1) o desactivan (ponen a 0) el número indicado de E/S (N) a partir de la dirección indicada (bit). Es posible activar o desactivar un número de entradas y salidas (E/S) comprendido entre 1 y 255.

b) Operaciones de comparación.

- **Comparar valores numéricos.**

Las operaciones de comparación se utilizan para comparar dos valores:

IN1 = IN2; IN1 >= IN2; IN1 <= IN2; IN1 > IN2; IN1 < IN2; IN1 <> IN2.

Las comparaciones de bytes no llevan signo.

Las comparaciones de enteros llevan signo.

Las comparaciones de palabras dobles llevan signo.

Las comparaciones de números reales llevan signo.

Si la comparación es verdadera, la operación de comparación activa el contacto.

c) Operaciones de conversión.

- **Operaciones de conversión normalizadas.**

Conversiones numéricas.

Las operaciones convertir byte en entero (BTI), convertir entero en byte (ITB), convertir entero en entero doble (ITD), convertir entero doble en entero (DTI), convertir entero doble en real (DTR), convertir BCD en entero (BCDI) y convertir entero en BCD (IBCD), convierten un valor de entrada IN en el formato indicado y almacenan el valor de salida en la dirección especificada por OUT.

d) Operaciones de contaje.

- **Incrementar contador.**

La operación Incrementar contador (CTU) empieza a contar adelante a partir del valor actual cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje adelante (CU). Si el valor actual (Cxx) es mayor o igual al valor de preselección PV, se activa el bit de contaje Cxx. El contador se inicializa cuando se activa la entrada de desactivación (R) o al ejecutarse la operación Poner a 0. El contador se detiene cuando el valor de contaje alcance el valor límite superior (32.767).

- **Decrementar contador.**

La operación Decrementar contador (CTD) empieza a contar atrás a partir del valor actual cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje atrás (CD). Si el valor actual Cxx es igual a 0, se activa el bit de contaje Cxx.

El contador desactiva el bit de contaje Cxx y carga el valor actual con el valor de preselección (PV) cuando se activa la entrada de carga LD. El contador se detiene al alcanzar el valor cero y el bit de contaje Cxx se activa.

e) Operaciones aritméticas.

Operaciones de sumar, restar, multiplicar y dividir.

Sumar:

IN1 + IN2 = OUT

Restar:

IN1 - IN2 = OUT

Las operaciones Sumar enteros (+I) y Restar enteros (-I) suman/restan dos enteros de 16 bits, arrojando un resultado de 16 bits. Las operaciones Sumar enteros dobles (+D) y Restar enteros dobles (-D) suman/restan dos enteros de 32 bits, arrojando un resultado de 32 bits. Las operaciones Sumar reales (+R) y Restar reales (-R) suman/restan dos números reales de 32 bits, dando como resultado un número real de 32 bits.

Multiplicar:

IN1 * IN2 = OUT

Dividir:

IN1 / IN2 = OUT

Las operaciones Multiplicar enteros (*I) y Dividir enteros (/I) multiplican o dividen dos enteros de 16 bits, respectivamente, arrojando un resultado de 16 bits. (En la división no se conserva un resto.) Las operaciones Multiplicar enteros dobles (*D) y

Dividir enteros dobles (/D) multiplican o dividen dos enteros de 32 bits, respectivamente, arrojando un resultado de 32 bits. (En la división no se conserva un resto.) Las operaciones Multiplicar reales (*R) y Dividir reales (/R) multiplican o dividen dos números reales de 32 bits, respectivamente, dando como resultado un número real de 32 bits.

f) Operaciones lógicas.

Operaciones de invertir.

Invertir byte, Invertir palabra e Invertir palabra doble.

Las operaciones Invertir byte (INVB), Invertir palabra (INVW) e Invertir palabra doble (INVD) forman el complemento a 1 de la entrada IN y cargan el resultado en la dirección de la memoria OUT.

g) Operaciones de transferencia.

Transferir bytes, palabras, palabras dobles y números reales.

Las operaciones Transferir byte (MOVB), Transferir palabra (MOVW), Transferir palabra doble (MOVD) y Transferir real (MOVR) transfieren un valor de una dirección (IN) a una nueva dirección (OUT) sin modificar el valor original.

h) Operaciones de temporización.

La operación Temporizador de retardo a la conexión TON empieza a contar hasta el valor máximo al ser habilitadas. Si el valor actual (Txxx) es mayor o igual al valor de preselección (PT), se activa el bit de temporización. El número de temporizador (Txx) determina la resolución del mismo. Ésta se visualiza en la **Tabla 3.**

El Temporizador como retardo a la desconexión (TOF) se utiliza para retardar la puesta a "0" (OFF) de una salida durante un período determinado tras haberse desactivado (OFF) una entrada. El número del temporizador (Txx) determina la resolución del mismo.

Tabla 3.- Temporizadores y sus resoluciones.

Tipo de temporizador	Resolución	Valor máximo	Nº de temporizador
TONR (con memoria)	1 ms	32.767 s (0,546 min.)	T0, T64
	10 ms	327,67 s (5,46 min.)	T1 a T4, T65 a T68
	100 ms	3276,7 s (54,6 min.)	T5 a T31, T69 a T95
TON, TOF (sin memoria)	1 ms	32.767 s (0,546 min.)	T32, T96
	10 ms	327,67 s (5,46 min.)	T33 a T36, T97 a T100
	100 ms	3276,7 s (54,6 min.)	T37 a T63, T101 a T255

4.4.7. Interfaz persona – máquina HMI DELTA [37].

a) Series DOP interfaz persona-máquina.

HMI (Human Machine Interface) es un medio para el intercambio de información y la comunicación mutua entre el sistema electromecánico y el usuario. Delta DOP serie interfaz persona-máquina ofrece varias pantallas con múltiples dimensiones y colores. Por otra parte, la programación de toda la serie DOP se lleva a cabo utilizando el software ScrEdit (pantalla del editor) Delta basado en Windows y fácil de usar.

Información de la pantalla DELTA:

DOP	–	AE	10	TH	T	D	–	W
1		2	3	4	5	6		7

1.- Nombre del producto Delta panel de funcionamiento.

2.- Serie:

AS: El cliente USB, Host USB, puerto COM x 3.

A: El cliente USB, puerto COM x 2.

AE: El cliente USB, Host USB, puerto COM x 3, Ampliación del Puerto.

3.- Tamaño de la pantalla:

38: 3,8 pulgadas.
57: 5,7 pulgadas.
75: 7,5 pulgadas.
80: 8 pulgadas.
94: 9,4 pulgadas.
10: 10,4 pulgadas.

4.- Panel de color y el tipo:

BS: Azul / Blanco 16 Grises STN
GS: Negro / Blanco 16 grises FSTN
CS: 256 colores STN
TC: 256 colores TFT
TH: 65536 colores TFT

5.- Interfaz T Tipo: Pantalla táctil.

6.- Energía de entrada D: DC +24 V

7.- El asunto del color:

Ninguno: Gris.
W: Blanco (en la actualidad se proporcionan para los AS38, A57 y AE57 modelos).

b) Instalación del software.

Para iniciar la configuración HMI Delta ScrEdit, tenemos los pasos siguientes:

- **Paso 1:** puesta en marcha de su equipo al sistema de Win2000/WinXP.

- **Paso 2:** Ejecutar setup.exe desde la barra de tareas de Windows haciendo clic en "Inicio"> "Ejecutar".

Después de pulsar aceptar sistema de configuración automáticamente, aparecerá un cuadro de diálogo para seleccionar la visualización deseada de idioma. Después de pulsar Aceptar, el sistema de configuración automáticamente y aparecerá el siguiente cuadro de diálogo para elegir ubicación de destino.

Para seleccionar el directorio predeterminado C: \ Archivos de programa \ Delta \ pantalla Editor 1.05.XX \, haga clic en Siguiente para los próximos paso. Para seleccionar un directorio distinto del directorio predeterminado, haga clic en Examinar. Una lista de directorios disponibles.

- **Paso 3:** Después de pulsar Siguiente, el sistema le pedirá que seleccione el software de instalación, es decir, ScrEdit.

- **Paso 4:** Luego haga clic en el botón Instalar, para iniciar la instalación ScrEdit.

- **Paso 5:** Después de terminar de instalar ScrEdit, el sistema le pedirá que instale el controlador USB HMI, por favor haga clic en Sí para instalar.

- **Paso 6:** Después de instalar HMI controlador USB, haga clic en Cerrar para completar la instalación.

c) Cómo iniciar ScrEdit.

1.- Tras la configuración, usted puede comenzar ScrEdit haciendo clic en la pantalla Editor 1.05.XX acceso directo en el escritorio o desde la barra de tareas de Windows, haga clic en Inicio> Programas> Delta> Pantalla Editor 1.05.XX. Cuando se activa ScrEdit por primera vez, la primera ventana que aparece es como se presenta en la figura 4.30. Sólo hay: Archivo (F), Ver (V), Opción (O) y Ayuda (H) en la barra de herramientas.

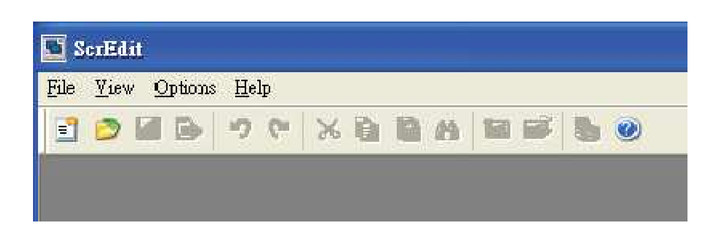


Figura 4.30. Pantalla cuando se activa ScrEdit por primera vez.

2.- Después de presionar o haga clic en Archivo> Nuevo, puede crear un nuevo proyecto y obtendrá un cuadro de diálogo como se muestra en la siguiente figura 4.31.

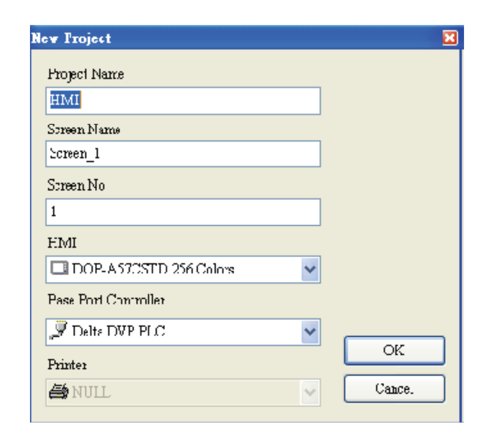


Figura 4.31. Creación de un nuevo proyecto.

3.- Introduzca el nombre del proyecto, nombre de pantalla, seleccione el número de pantalla, seleccione la serie del HMI conectado, seleccione la marca del PLC y si se va a conectar a una impresora.

A continuación, haga clic en Aceptar. Se puede crear un nuevo proyecto en ScrEdit como se muestra en la siguiente figura 4.32.

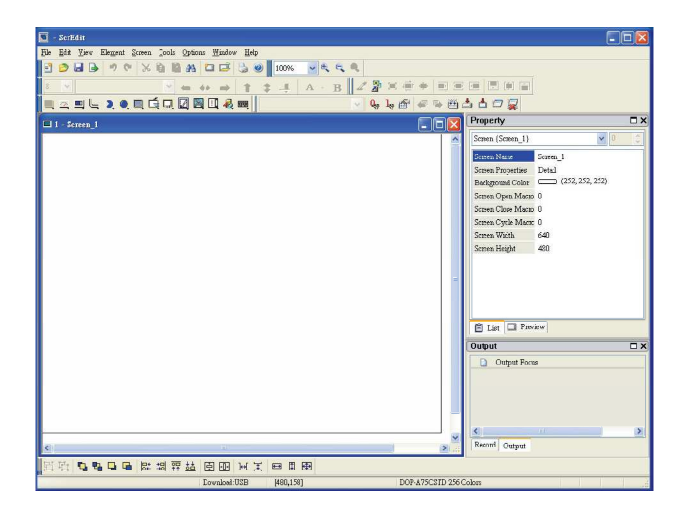


Figura 4.32. Pantalla Nuevo proyecto de ScrEdit.

d) Ventana de Edición ScrEdit.

Hay cinco partes en la siguiente ventana de edición ScrEdit.

Barra de menús

Hay nueve funciones de la selección: Archivo, Editar, Ver, Elemento, pantalla, Herramientas, Opciones, Ventana y Ayuda.



Barra de herramientas

Barra de herramientas (figura 4.33) es fácil de usar y el usuario puede organizar libremente su posición. Por ejemplo, el usuario puede mover la barra hacia el lado izquierdo de la pantalla.

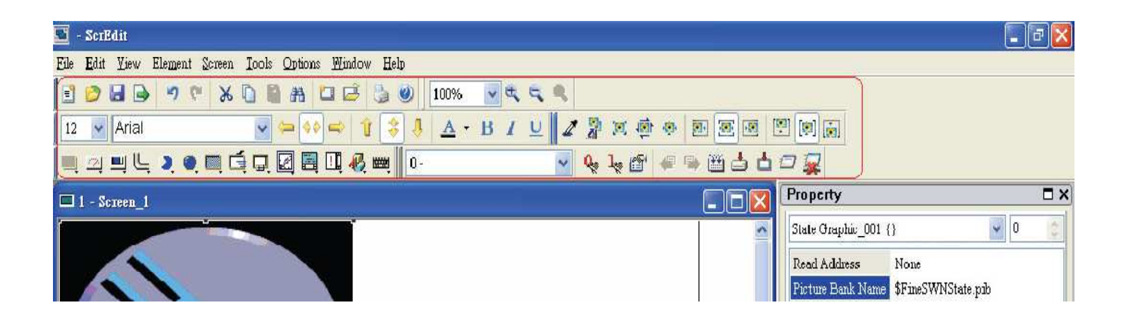


Figura 4.33. Barra de herramientas ScrEdit.

Dentro de la barra de herramientas ScrEdit dispone de lo siguiente:

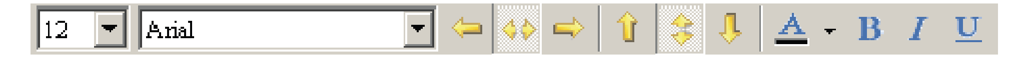
1.- Barra de herramientas estándar.



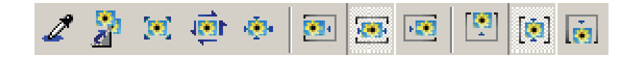
2.- Barra de herramientas de Zoom.



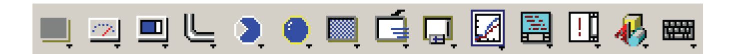
3.- Texto barra de herramientas Formato.



4.- Barra de herramientas de mapa de bits.



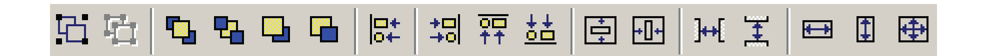
5.- Elemento barra de herramientas.



6.- Crear barra de herramientas.



7.- Barra de herramientas de diseño.



Ventana de resultados (Output Window).

Al compilar, ScrEdit detectará el error de programa de usuario de forma automática. Cuando se presenta un error, un mensaje se mostrará en la ventana de salida.

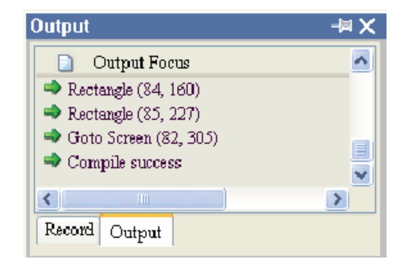


Figura 4.34. Ventana de salida.

Cuadro de Propiedades (Property Table).

Proporciona la configuración de las propiedades para cada elemento (ver figura 4.35).

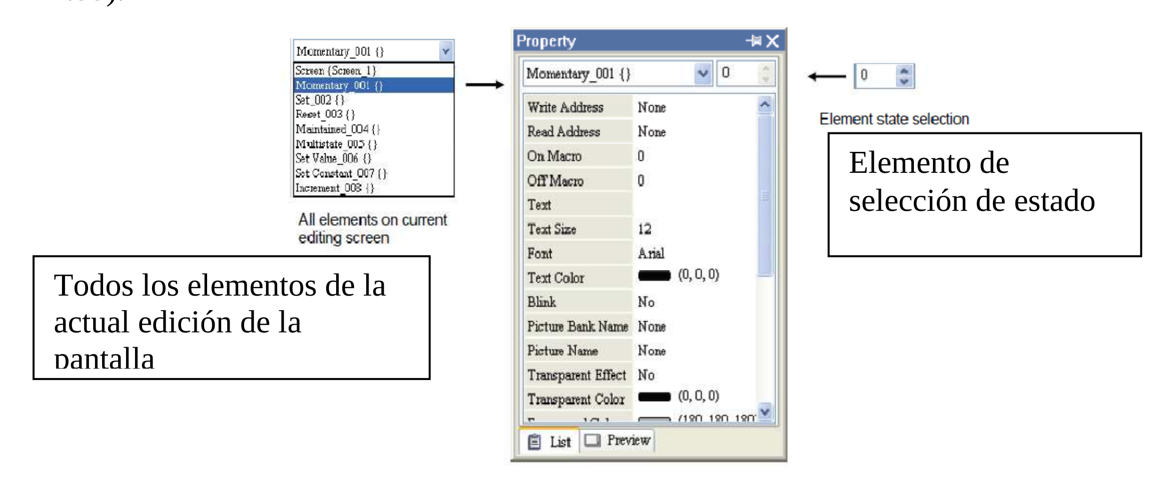


Figura 4.35. Tabla de Propiedades.

e) Funciones de los elementos utilizados.

ScrEdit ofrece diversos elementos para que el usuario use y diseñe (ver figura 4.36).

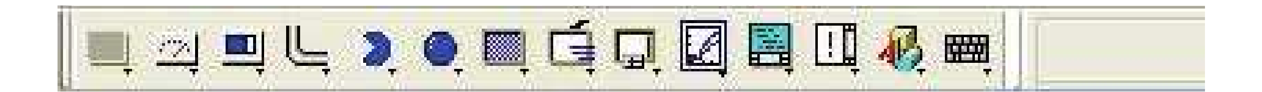


Figura 4.36. Elementos del icono de la barra de herramientas.

Elementos utilizados:

a) Botones.

- **Ir a la pantalla (Goto Screen).**

Después de pulsar este botón, se cambia a la pantalla que el usuario ha designado.

- **Lista de informes (Report List).**

Después de pulsar este botón, HMI entrega los datos en pantalla para el dispositivo específico.

b) Metro (Meter Element).

El usuario puede determinar la apariencia de metro en la tabla de la propiedad, como el estilo, el color (incluido el color del borde, color de fondo, el color de puntada, el color de escala) y el número de región de escala, etc.,

Además el máximo y el mínimo valor y el límite de alta y baja se pueden definir en detalle en el cuadro de diálogo de configuración. Se puede utilizar para medir un valor y saber si supera el límite o no.

c) Bar (Bar Element).

- **Barra normal.**

HMI lee el valor de la correspondiente dirección del PLC específicos (registro) y convierte el valor a la normalidad elemento de barra y, a continuación la muestra en la pantalla.

d) Indicador.

- **Elemento en varios estados (Multistate Indicator).**

Indicador de varios estados proporciona un método para indicar el estado de algunas direcciones específicas. Si esta dirección es un indicador de un mensaje importante o una alarma importante, puede ser usado para informar al usuario de inmediato por cambiar el estado.

e) Visualización de datos (Data Display).

- **Pantalla numérica (Numeric Display).**

Este elemento se leerá el valor de la configuración de direcciones y mostrar el valor leído e inmediato en el formato establecido por el usuario.

- **Fecha de visualización.**

Mostrar fecha del sistema HMI. Existen varios formatos fecha seleccionable para el usuario de utilizar.

- **Display de tiempo**

Mostrar hora del sistema HMI. Existen varios formatos de tiempo seleccionable por el usuario para su uso.

- **Presentar Mensaje (Prestored Message).**

Mostrar el contenido del estado de contacto PLC correspondiente o inscribirse directamente. El usuario puede fijar el número del estado y el texto para cada estado.

f) Pantalla de entrada (Input Display).

Establecer escribir y leer el discurso para que el usuario de entrada y valor de la dirección de visualización. Escribir y leer la dirección pueden ser iguales o diferentes.

- **Entrada numérica (Numeric Entry).**

Se utiliza para introducir y mostrar el valor numérico de la dirección indicada.

Después de pulsar este elemento de registro numérico en la pantalla, un sistema integrado en el teclado numérico (RTE-KEY) se aparecen y el usuario puede utilizar para introducir directamente el valor de ajuste. Cuando presiona la tecla ENTER, HMI enviará el ajuste de entrada de valor en el registro correspondiente. Los valores máximos y mínimos de entrada los valores de ajuste son definido por el usuario. El usuario también puede especificar el modo de disparo para activar la dirección designada PLC antes o después de escribir el valor de ajuste.

4.4.8. Desarrollo de los programas de automatización de la máquina inyectora en un CPU S7-200.

a) Descripción del sistema.

Se describe la puesta en marcha de la máquina según el tablero antiguo de control, ver figura 4.37.



Figura 4.37. Tablero de control antiguo.

1.- Conectar el interruptor principal.

2.- Conectar el interruptor de llave, en el panel de control. La lámpara de control “a” debe encenderse.

3.- Conectar la calefacción del tornillo mediante el pulsador 2 (figura 4.37). La lámpara de control “b” debe encenderse.

4.- Abrir la entrada del agua fría.

5.- Conectar la calefacción de la mesa giratoria (Calefacción de los moldes) mediante el pulsador correspondiente, La lámpara de control “c” debe encenderse. La calefacción del molde se produce cuando se conecten los distintos reguladores de temperatura para cada parte individual del molde.

6.- Conectar el grupo hidráulico accionándose el pulsador 4. La lámpara de control “d” debe encenderse.

7.- Regular la presión de servicio a 50 atms.

9.- Compruébese la temperatura del cilindro del tornillo, en los reguladores de temperatura.

10.- Conéctese el motor del tornillo con el pulsador correspondiente, se enciende la lámpara de control “e”.

Atención: Solo debe ponerse en marcha el motor del tornillo estando caliente el cilindro del tornillo.

11. Abrir el paso del granulado en el embudo de llenado (Tirar hacia fuera el pasador.

Control manual.

1.- Accionar el pulsador de control manual. Se enciende la lámpara “h”.

2.- Colocar los interruptores f y g en posición I.

Una vez observados todos los puntos mencionados anteriormente recomendamos efectuar algunas pruebas de inyección con el fin de comprobar que el material de PVC ha alcanzado su temperatura más adecuada y óptimas cualidades de fluidez.

Estas pruebas de inyección pueden efectuarse en el molde vacío (con la horma en posición elevada) de la forma siguiente:

3.- Accionar el pulsador de inyector adelante. Se enciende la lámpara de control “k”. La cabeza de inyección se coloca en posición de inyección.

4.- Accionar el pulsador de inyectar material. Se enciende la lámpara de control “i”. El proceso de inyección se efectúa tanto tiempo como se mantenga el pulsador apretado.

5.- Accionar el pulsador de inyector atrás. Se enciende la lámpara de control “l”. La cabeza de inyección retrocede.

6.- Cada accionamiento del pulsador de giro de mesa se enciende la lámpara de control “m” y hace que la mesa gire una posición.

Control Automático.

1.- Accionar el pulsador de control automático. Se enciende la lámpara de control “n” y se apaga la lámpara de control “h”.

Accionándose este pulsador y estando conectados el motor del tornillo y del grupo hidráulico, así como la mesa giratoria y la calefacción del tornillo, todas las demás operaciones de la mesa giratoria y del grupo de inyección se producen automáticamente, regulándose el ciclo total, el tiempo máximo de inyección y el tiempo de postpresión a través de los relojes dispuestos al efecto.

2.- En el tablero se encuentra un botón de Stop, el cual desconecta tanto la dirección manual como el automático e impide cualquier movimiento de la mesa o del grupo de inyección. Sin embargo dicho pulsador no afecta a los motores del tornillo y del grupo hidráulico, así como tampoco a la calefacción de la mesa y del tornillo.

b) Descripción de los equipos del sistema.

Luego de identificar todos los dispositivos que intervienen en el proceso, se describe bien su función e identifica las entradas y salidas del sistema. Esto ayuda a conocer con mayor detalle el sistema y las funciones para los cuales fueron diseñados los dispositivos.

Tabla 4.- Entradas y salidas digitales y analógicas.

ENTRADAS DIGITALES		
SÍMBOLO	**DIRECCIÓN**	**COMENTARIO**
Pemerg	I0.0	Pulsador Emergencia
SwPausa	I0.1	Interruptor Mando Manual control Pausa
SwManual	I0.2	Interruptor Mando Manual Control Manual
SwAuto	I0.3	Interruptor Mando Manual Control Automático
Pconfirma	I0.4	Pulsador Confirma Mando Manual
PgiroMesa	I0.5	Pulsador Mando Manual Giro de Mesa
Pcarga	I0.6	Pulsador Mando Manual Carga de Material
PinyAdel	I0.7	Pulsador Mando Manual Movimiento Inyector Adelante.
PinyAtras	I1.0	Pulsador Mando Manual Movimiento Inyector Atrás
Pinyectar	I1.1	Pulsador Mando Manual Descarga ó Inyección de Material
PbombOn	I1.2	Pulsador Mando Manual Arranque del Motor de Bomba Hidráulica
PbombOff	I1.3	Pulsador Mando Manual Paro del Motor de la Bomba Hidráulica
SwCalIny	I1.4	Interruptor Mando Manual Control de Calefacción del Inyector
RtBomba	I1.5	Relé Térmico Protección de la Bomba Hidráulica
RtMotCar	I1.6	Relé Térmico Protección Carga de Material VF
FcMesa	I1.7	Final de Carrera Posición Centro de Mesa
FcInyAdel	I2.0	Final de Carrera Posición de Inyector Adelante

FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
FcFinIny1	I2.2	Final de Carrera Posición Inyección Estación 1
FcFinIny2	I2.3	Final de Carrera Posición Inyección Estación 2
FcEst1	I2.4	Consentimiento Inyección 0 Inyecta 1 no Inyecta Estación1
FcEst2	I2.5	Consentimiento Inyección 0 Inyecta 1 no Inyecta Estación 2
Libre1	I2.6	Libre Para Alguna Otra Aplicación
Fus24	I2.7	Fuente 24v Control
FcContLinea	I3.0	Final de Carrera Control Contactor de Línea
FcContEstre	I3.1	Final de Carrera Control Contactor de Estrella
FcContTria	I3.2	Final de Carrera Control Contactor de Triángulo
Libre2	I3.3	Libre Para Alguna Otra Aplicación

SALIDAS DIGITALES		
SÍMBOLO	**DIRECCIÓN**	**COMENTARIO**
EvPasInye	Q0.0	Salida Electro Válvula Paso de Inyección Tobera
EvInyectar	Q0.1	Salida Electro Válvula Inyección
EvGiroMesa1	Q0.2	Salida Electro Válvula Giro de Mesa 1
EvGiroMesa2	Q0.3	Salida Electro Válvula Giro de Mesa 2
Lemerg	Q0.4	Salida Luz Piloto Emergencia
Lmanual	Q0.5	Salida Luz Piloto Operación Manual
Lauto	Q0.6	Salida Luz Piloto Operación Automático
Lfalla	Q0.7	Salida Luz Piloto Falla de Operación
Lconfirma	Q1.0	Salida Luz Piloto Operación a Confirmar
EvFrenoMesa	Q1.1	Salida Electro Válvula de Freno
EvInyAdel	Q1.2	Salida Electro Válvula Movimiento Inyector Adelante.
EvInyTras	Q1.3	Salida Electro Válvula Movimiento Inyector Atrás
EvContPres	Q1.4	Salida Electro Válvula Contrapresión
ConBomLin	Q1.5	Contactor Bomba Línea

ConBomEst	Q1.6	Contactor Bomba Estrella
ConBomTri	Q1.7	Contactor Bomba Triángulo
In1Zn1SalCal	Q2.0	Iny 1 Zona 1 Salida Digital Calefacción
In1Zn2SalCal	Q2.1	Iny 1 Zona 2 Salida Digital Calefacción
In1Zn3SalCal	Q2.2	Iny 1 Zona 3 Salida Digital Calefacción
In1Zn4SalCal	Q2.3	Iny 1 Zona 4 Salida Digital Calefacción
CargaVarOn	Q2.4	Salida Motor Carga VF

ENTRADAS ANALÓGICAS		
SÍMBOLO	**DIRECCIÓN**	**COMENTARIO**
In1Zn1Tc	AIW0	Iny 1 Zona 1 Entrada Analógica de Sensor de Temperatura
In1Zn2Tc	AIW2	Iny 1 Zona 2 Entrada Analógica de Sensor de Temperatura
In1Zn3Tc	AIW4	Iny 1 Zona 3 Entrada Analógica de Sensor de Temperatura
In1Zn4Tc	AIW6	Iny 1 Zona 4 Entrada Analógica de Sensor de Temperatura Tobera
VolMat	AIW8	Sensor Análogo Registro Volumen de Material
Velcarga	AIW10	Velocidad Motor Carga

SALIDAS ANALÓGICAS		
SÍMBOLO	**DIRECCIÓN**	**COMENTARIO**
VFrecVel	AQW0	Salida Análogo Control Variador de Velocidad Motor Carga Material

c) Requerimientos del cliente.

Esto se obtiene de la entrevista realizada a los operadores y jefes de mantenimiento, los cuales indican características de operación que se podrían mejorar, características de los equipos, rangos de operación y otros factores.

Con ayuda de una HMI DELTA se ha logrado cumplir los requerimientos solicitados.

La programación de toda la pantalla se lleva a cabo por medio del software ScrEdit que nos permite obtener un sistema que se encargue de las operaciones solicitadas.

Requerimientos solicitados:

- Diagramas de barras con identificación en colores para visualizar las temperaturas en tiempo real de las zonas de calefacción del inyector y si se sobrepasa los valores límite o si se quedan por debajo de los mismos se presente un mensaje de falla.

- Conmutación de páginas en la pantalla que nos permite dirigir a la página que se requiera.

- Página en la que nos permita ingresar datos si se presenta una situación de error o para modificar los valores de una variable del proceso.

A continuación se presenta las páginas programadas para el control de la máquina DESMA DE00.

Pantalla de inicio

Representación y registro continúo de varios valores de medición escogidos, es una pantalla de visualización en la que no se puede modificar los valores de ajuste, ver figura 4.38.

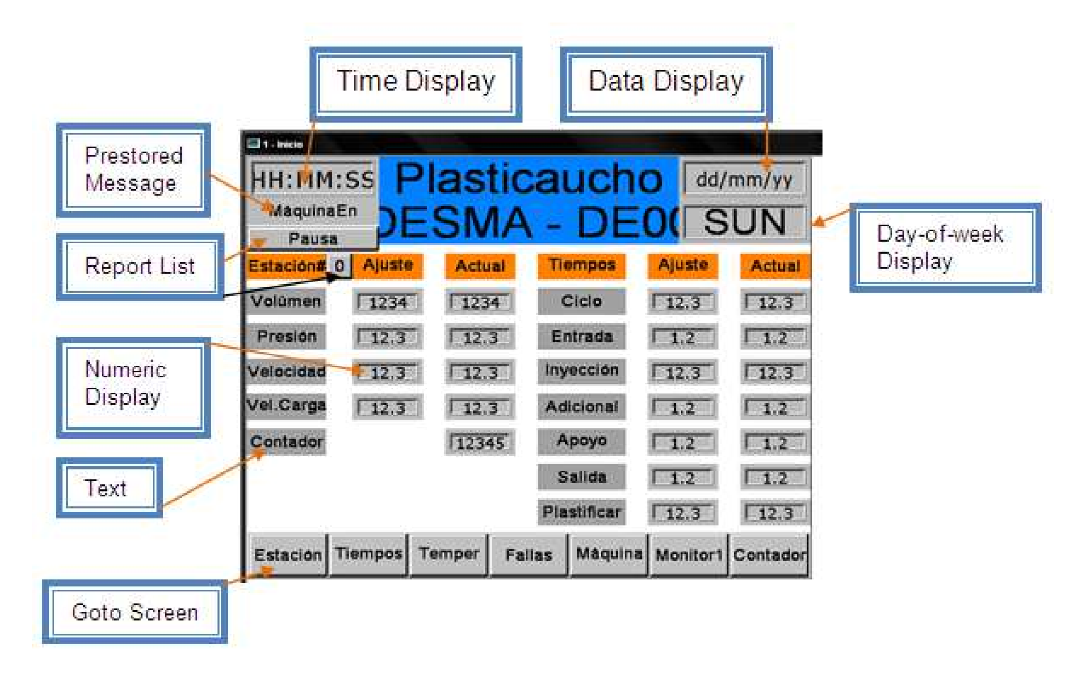


Figura 4.38. Pantalla de inicio.

Pantalla de estaciones.

Presenta los parámetros de inyección de cada estación independientemente una de otra, ver figura 4.39.Tenemos:

- Volumen por unidad de inyección en mm por cada unidad de cierre.
- Velocidad de inyección para unidad de inyección en %.
- Segunda velocidad de inyección en %.
- Contador del número de inyecciones por estación.

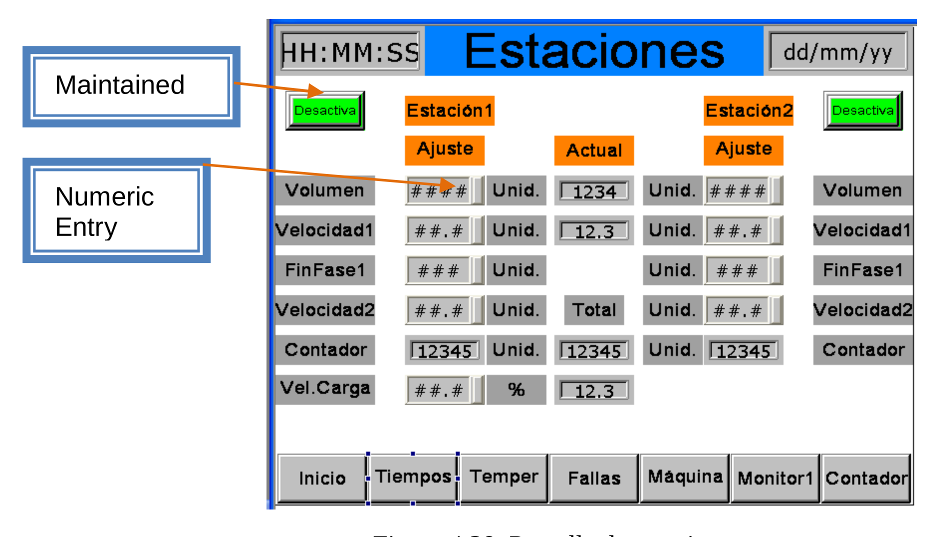


Figura 4.39. Pantalla de estaciones.

Pantalla temperaturas.

Las temperaturas se indican en valores prescritos y reales. Al sobrepasarse los límites máximo y mínimo de la tolerancia pequeña tiene lugar a un aviso de falla, ver figura 4.40.

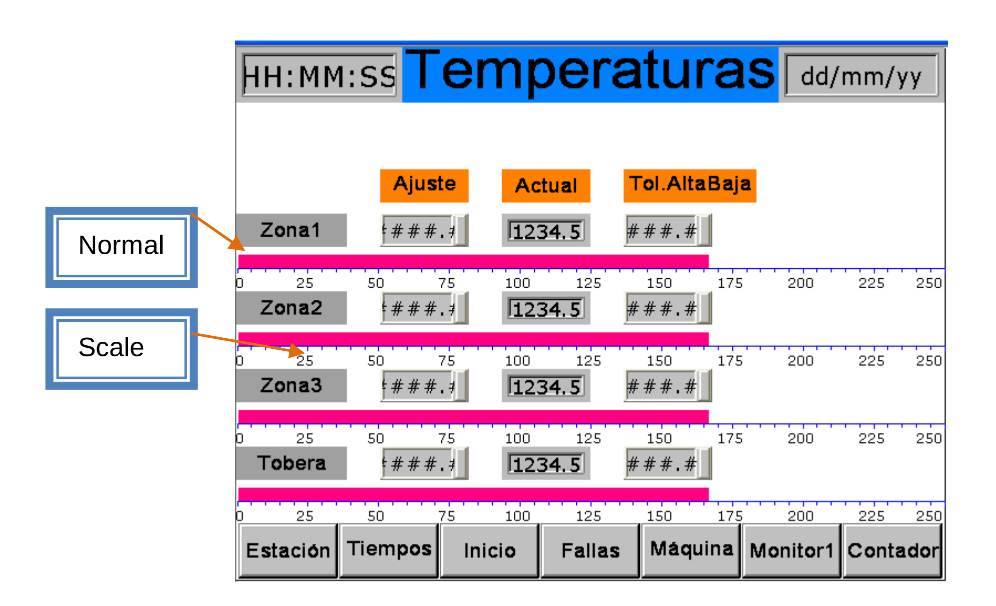


Figura 4.40. Pantalla de temperaturas.

Pantalla tiempos.

Los tiempos también se indican con valores prescritos y reales. Para efectuar cualquier modificación de los valores prescritos es necesario ingresar el valor en el Input Display, ver figura 4.41.

Tenemos:

Tiempo de ciclo:

Es el tiempo que transcurre entre dos procesos de inyección.

Retardo de inyección o entrada:

Es el tiempo que transcurre entre el apoyo de la estación en el canal de inyección/ molde y la apertura de la válvula de la boquilla.

Tiempo de inyección:

Es el tiempo de control para el proceso de inyección.

Retardo de presión de plastificación o adicional:

Es el tiempo que transcurre entre fin de inyección y arranque de plastificación.

Tiempo de presión de plastificación, presión dinámica o apoyo:

Es el tiempo para contrarrestar la contrapresión ejercida axialmente por parte del material plastificado hacia el cilindro y así evitar que el material fluya del molde.

Tiempo de salida:

Es el tiempo que transcurre entre el cierre de las válvulas de inyección y el retorno de la estación.

Tiempo de plastificar:

Es el tiempo requerido para la carga de material.

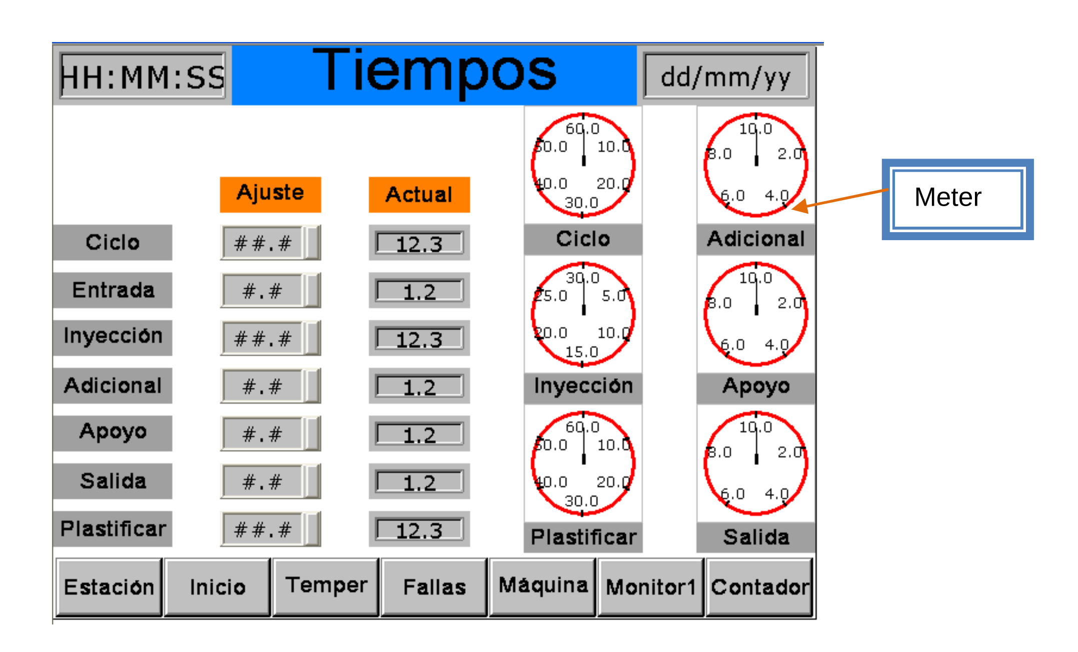


Figura 4.41. Pantalla de tiempos.

Pantalla indicación de fallas.

Si se produjeran fallas durante la producción, por medio de un mensaje de falla se puede localizar el elemento con la falla, ver figura 4.42.

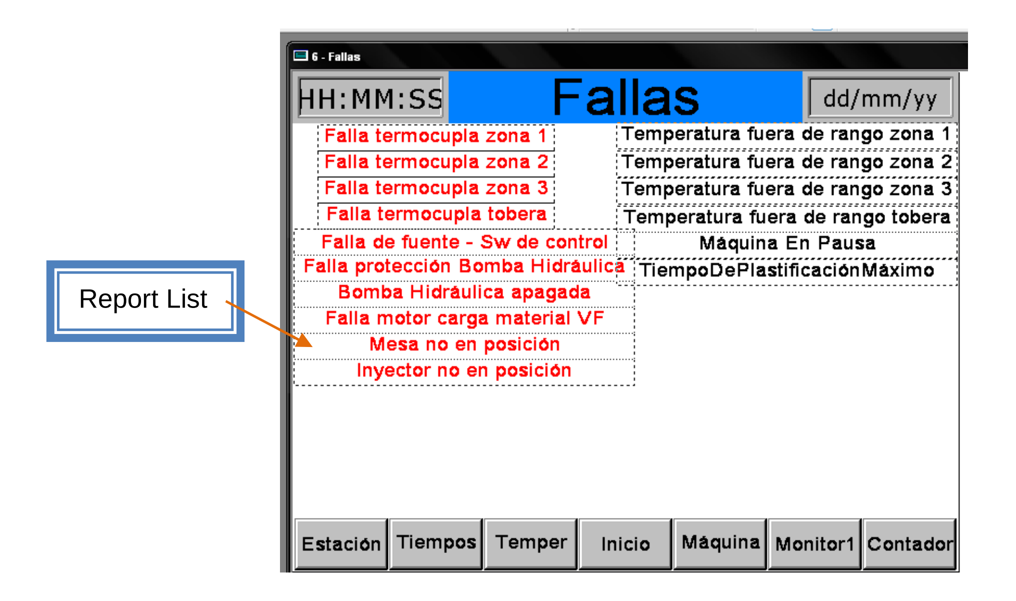
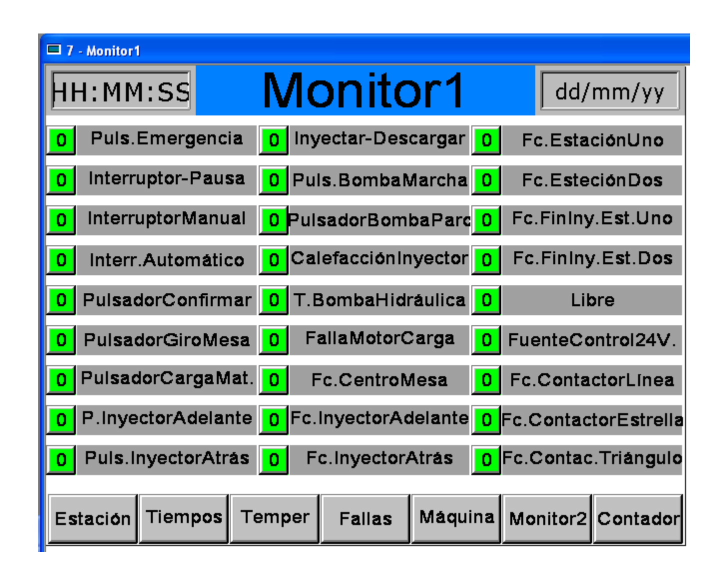


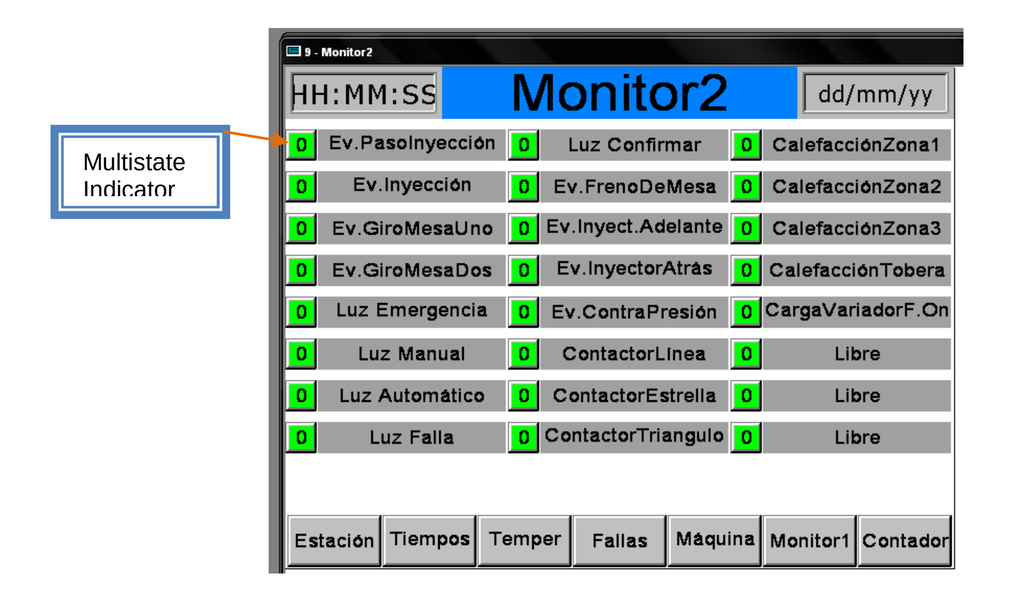
Figura 4.42. Pantalla de fallas.

Pantalla conexión / desconexión.

Aquí es posible visualizar las entradas (monitor1) y salidas (monitor 2) activas y desactivadas en tiempo real, ver figura 4.43.



a) Conexión/desconexión de entradas.



b) *Conexión/desconexión de salidas.*

Figura 4.43. Conexión y desconexión de entradas y salidas.

d) Selección del autómata programable.

El autómata utilizado para realizar la automatización es el modelo CPU 226 AC/DC/relé 24 entradas/16 salidas de relé de la marca Siemens.

Se decidió utilizar este debido a que es uno de los más fiables del mercado y por su gran facilidad de incorporación de módulos, ya sean de entradas y salidas digitales o bien de entradas y salidas analógicas. Otro factor fue que habitualmente se trabaja con autómatas Siemens, por lo que la programación es más familiar.

Además de la propia CPU 226 (6ES7 216--2BD23--0XB0), se ha necesitado la utilización de diferentes módulos de ampliación:

- 1 módulo de ampliación EM 221, 8 entradas digitales DC 24 V (6ES7 221--1BF22--0XA0).

- 1 módulo de ampliación EM 222, 8 salidas DC 24 V y salidas de relé (6ES7 222--1BF22--0XA0).

- 1 módulo de ampliación EM 231, 4 entradas analógicas para termocuplas (6ES7 231--7PD22--0XA0).

- 1 módulo de ampliación EM 235, 4 entradas analógicas/1 salida analógica (6ES7 235--0KD22--0XA0).

Los datos técnicos de la CPU y de los módulos de ampliación se tomaron del manual de Sistema de automatización S7-200 SIMATIC Edición 08/2008 A5E00307989--04 anexo A.

4.4.9. Programa PROCESO COMPLETO.

Antes de desarrollar el programa del ciclo de trabajo, tenemos que programar un control de temperatura para las calefacciones del inyector, un control para la velocidad de carga de material PVC y la cantidad de carga de material a través de un sensor de posición lineal “potenciómetro”.

Por medio del módulo de ampliación analógico EM231 podemos controlar la temperatura de las zonas del inyector y por medio del módulo EM235 podemos controlar la cantidad de material a inyectar y la velocidad de carga de material.

Control de temperatura para la zona de calefacción 1.

Se ha logrado mantener la temperatura de la zona de calefacción dentro de una tolerancia aceptable.

Por medio de operaciones aritméticas entre las variables reales (sensor de temperatura AIW0 transferida a VW1618) y ajustadas en la HMI (VW1600 transferida a LW0), se a logrado mantener la temperatura dentro de la tolerancia permitida, (ver **Anexo VIII).**

La curva de temperatura vs tiempo (ver figura 4.44), nos indica que:

- Al ascender la curva en el transcurso de un tiempo se enciende la calefacción.

- Al descender la curva en el transcurso de un tiempo se apaga la calefacción.

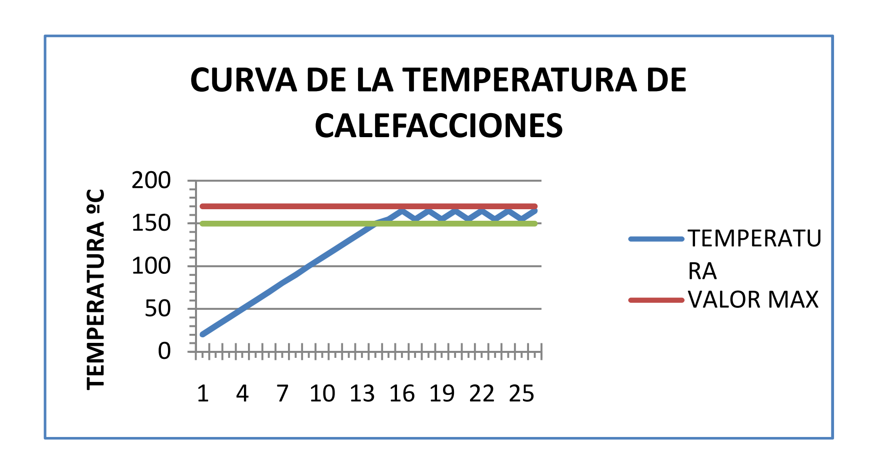


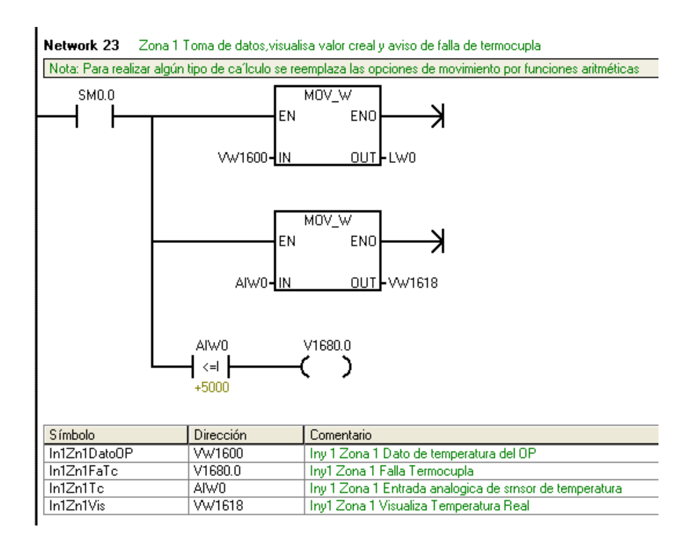
Figura 4.44. Curva de temperatura de la calefacción.

En el desarrollo de la programación para el control de la temperatura de la calefacción se obtiene la variable VW1610 que nos da el valor de preselección de un temporizador TON para el encendido de la calefacción, mientras otra variable VW1608 ajusta el valor de preselección del temporizador TON para el apagado de la calefacción.

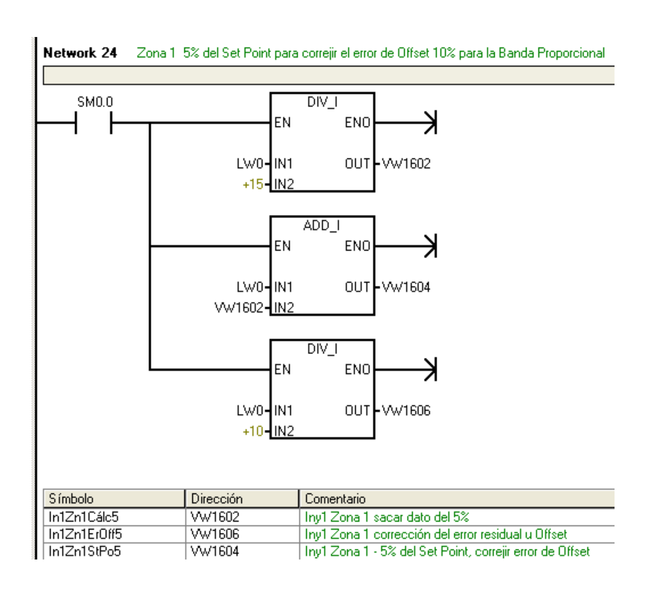
De esta manera se logra que se mantenga la temperatura dentro del margen permitido.

A continuación se presenta el programa para mantener la temperatura de calefacción dentro del margen de tolerancia aceptada y enviar un mensaje de falla al HMI si sobrepasa este margen permitido.

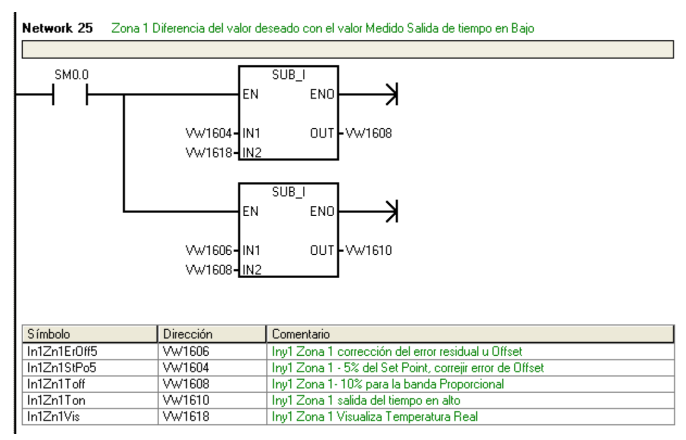
Programa para el control de temperatura de la zona de calefacción.



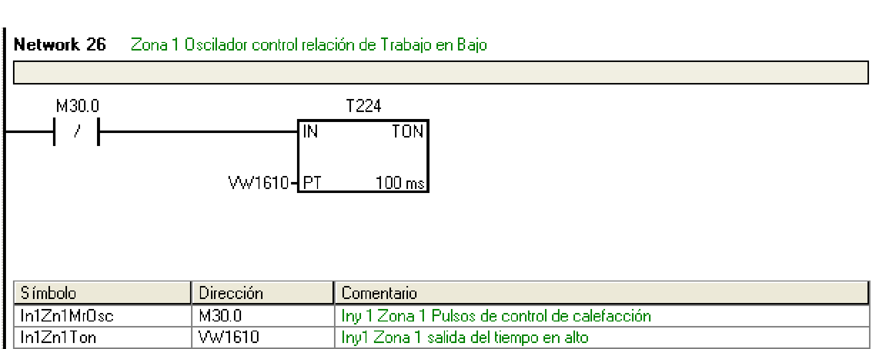
Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1DatoOP	VW1600	Iny 1 Zona 1 Dato de temperatura del OP
In1Zn1FaTc	V1680.0	Iny1 Zona 1 Falla Termocupla
In1Zn1Tc	AIW0	Iny 1 Zona 1 Entrada analogica de srnsor de temperatura
In1Zn1Vis	VW1618	Iny1 Zona 1 Visualiza Temperatura Real



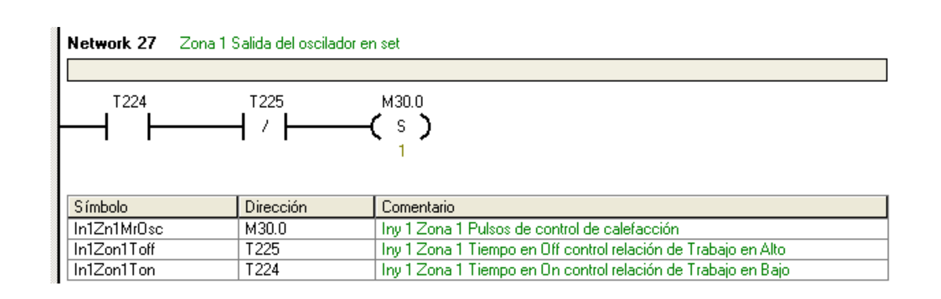
Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1Cálc5	VW1602	Iny1 Zona 1 sacar dato del 5%
In1Zn1ErOff5	VW1606	Iny1 Zona 1 corrección del error residual u Offset
In1Zn1StPo5	VW1604	Iny1 Zona 1 - 5% del Set Point, correjir error de Offset



Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1ErOff5	VW1606	Iny1 Zona 1 corrección del error residual u Offset
In1Zn1StPo5	VW1604	Iny1 Zona 1 - 5% del Set Point, correjir error de Offset
In1Zn1Toff	VW1608	Iny1 Zona 1- 10% para la banda Proporcional
In1Zn1Ton	VW1610	Iny1 Zona 1 salida del tiempo en alto
In1Zn1Vis	VW1618	Iny1 Zona 1 Visualiza Temperatura Real

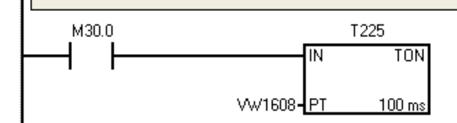


Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1MrOsc	M30.0	Iny 1 Zona 1 Pulsos de control de calefacción
In1Zn1Ton	VW1610	Iny1 Zona 1 salida del tiempo en alto
In1Zon1Ton	T224	Iny 1 Zona 1 Tiempo en On control relación de Trabajo en Bajo



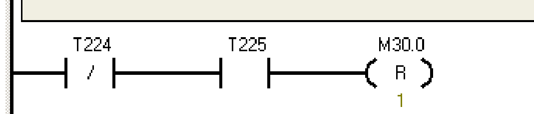
Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1MrOsc	M30.0	Iny 1 Zona 1 Pulsos de control de calefacción
In1Zon1Toff	T225	Iny 1 Zona 1 Tiempo en Off control relación de Trabajo en Alto
In1Zon1Ton	T224	Iny 1 Zona 1 Tiempo en On control relación de Trabajo en Bajo

Network 28 Zona 1 Oscilador control relación de Trabajo en Alto



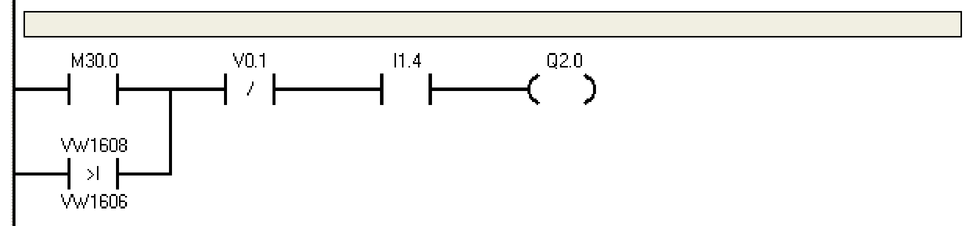
Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1MrOsc	M30.0	Iny 1 Zona 1 Pulsos de control de calefacción
In1Zn1Toff	VW1608	Iny1 Zona 1- 10% para la banda Proporcional
In1Zon1Toff	T225	Iny 1 Zona 1 Tiempo en Off control relación de Trabajo en Alto

Network 29 Zona 1 Salida del oscilador en Reset



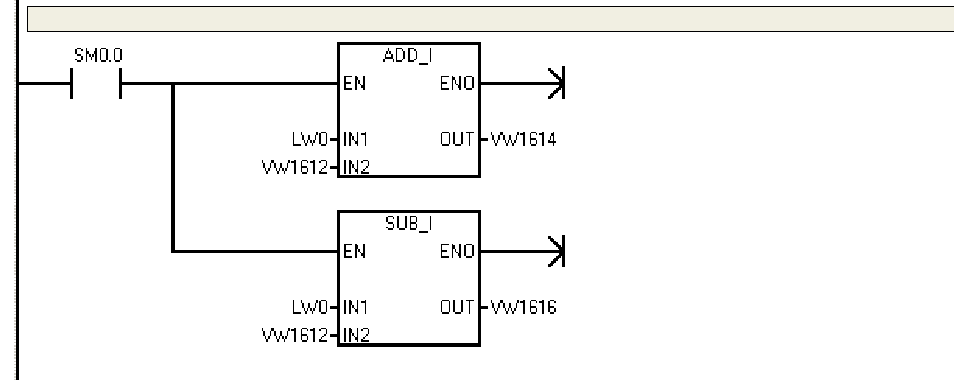
Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1MrOsc	M30.0	Iny 1 Zona 1 Pulsos de control de calefacción
In1Zon1Toff	T225	Iny 1 Zona 1 Tiempo en Off control relación de Trabajo en Alto
In1Zon1Ton	T224	Iny 1 Zona 1 Tiempo en On control relación de Trabajo en Bajo

Network 30 Zona 1 salida de control de calefacción



Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1ErOff5	VW1606	Iny1 Zona 1 corrección del error residual u Offset
In1Zn1MrOsc	M30.0	Iny 1 Zona 1 Pulsos de control de calefacción
In1Zn1SalCal	Q2.0	Iny 1 Zona 1 Salida digital calefacciòn
In1Zn1Toff	VW1608	Iny1 Zona 1- 10% para la banda Proporcional
MaqEmerg	V0.1	Emergencia
SwCalIny	I1.4	Interruptor Mando Manual Control de Calefacción del Inyector

Network 31 Zona 1 Diferencia del 25% para alarma Valor Máximo al 125% Valor Minimo al 75%



Símbolo	Dirección	Comentario
In1Zn1Dif10	VW1614	Iny1 Zona 1 diferencia del 10%
In1Zn1Max10	VW1616	Iny1 Zona 1 resultado del valor Máximo
In1Zn1Res10	VW1612	Iny1 Zona 1 salida de control de Calefacción

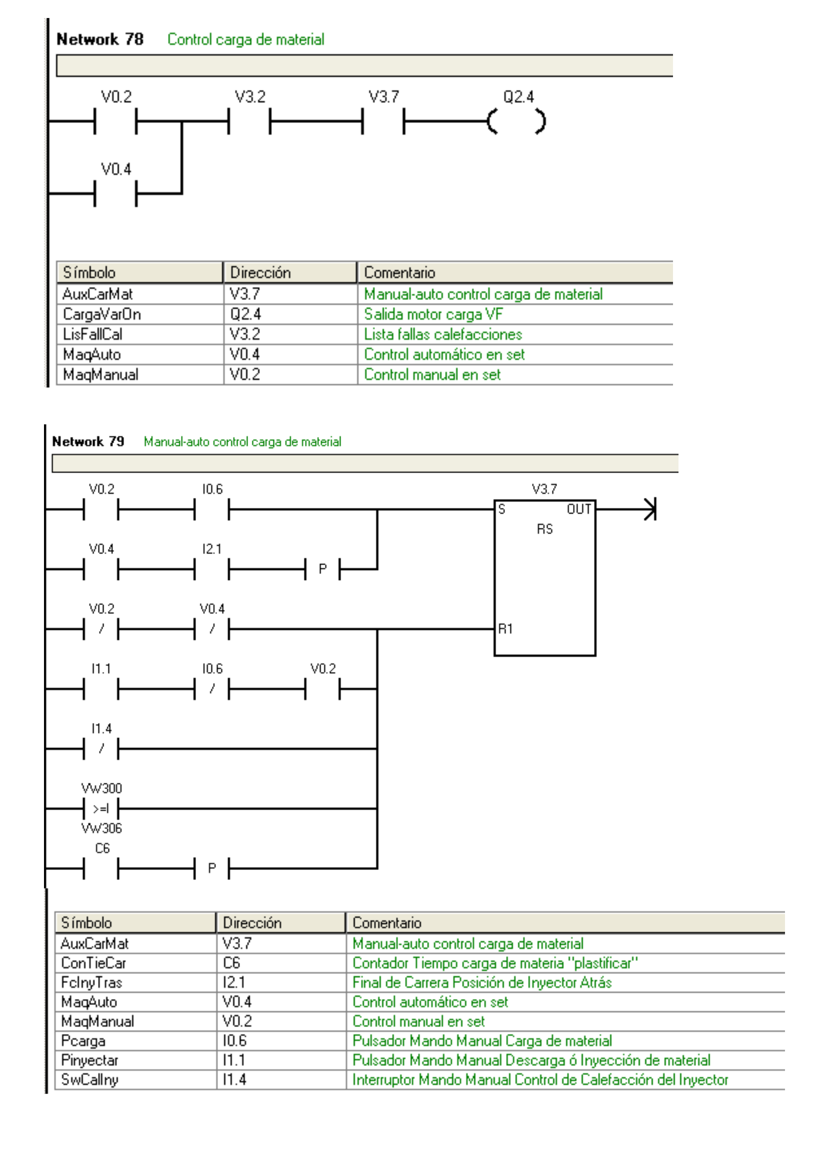
Control de la cantidad de material a inyectar.

El motor de carga se activara cuando se cumple las condiciones de estar el inyector atrás (I2.1) y activada la variable de control automático (V0.4).

El motor de carga se desactivara al cumplirse una operación de comparación entre el valor real de cantidad de material a través de la variable AIW8 y el valor ajustado en la pantalla HMI DELTA en la variable VW1746.

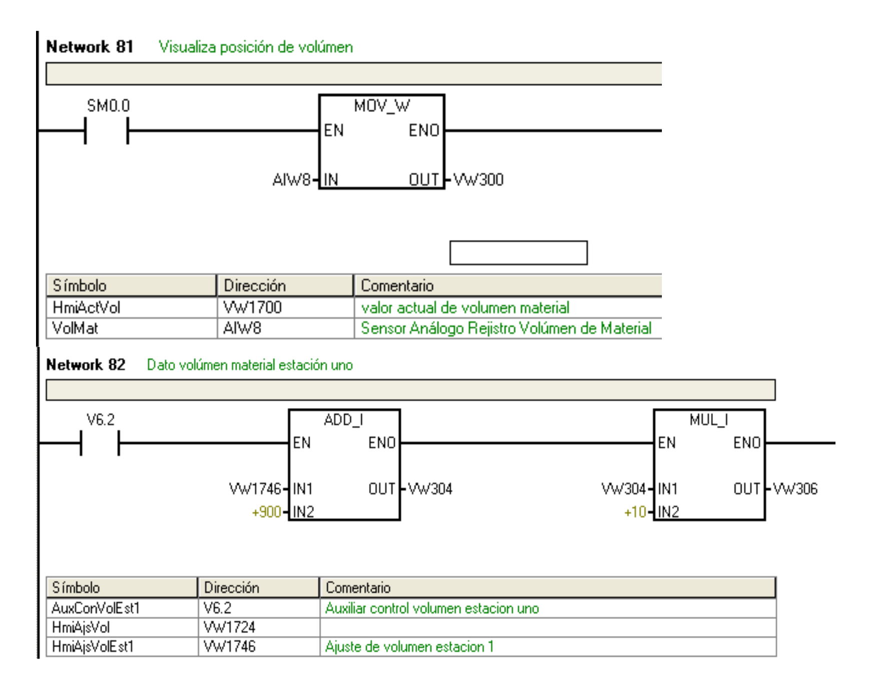
Por medio de esta operación evitamos que se cargue una cantidad mayor de material al ajustado en la pantalla.

Programa para el control de la cantidad de material a inyectar.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxCarMat	V3.7	Manual-auto control carga de material
CargaVarOn	Q2.4	Salida motor carga VF
LisFallCal	V3.2	Lista fallas calefacciones
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

Símbolo	Dirección	Comentario
AuxCarMat	V3.7	Manual-auto control carga de material
ConTieCar	C6	Contador Tiempo carga de materia "plastificar"
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set
Pcarga	I0.6	Pulsador Mando Manual Carga de material
Pinyectar	I1.1	Pulsador Mando Manual Descarga ó Inyección de material
SwCalIny	I1.4	Interruptor Mando Manual Control de Calefacción del Inyector



Símbolo	Dirección	Comentario
HmiActVol	VW1700	valor actual de volumen material
VolMat	AIW8	Sensor Análogo Rejistro Volúmen de Material

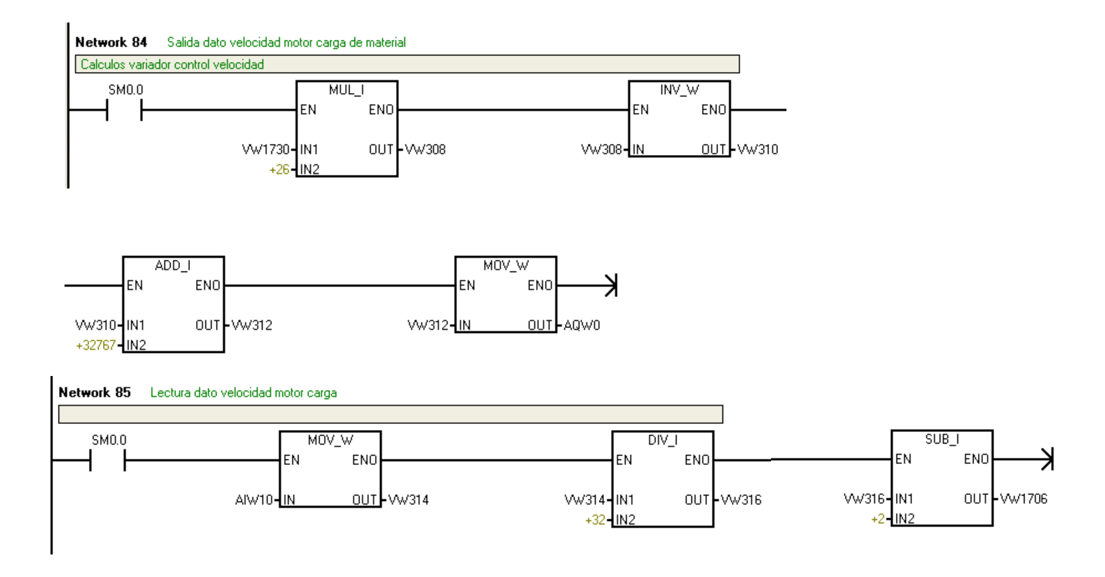
Símbolo	Dirección	Comentario
AuxConVolEst1	V6.2	Auxiliar control volumen estacion uno
HmiAjsVol	VW1724	
HmiAjsVolEst1	VW1746	Ajuste de volumen estacion 1

Control de la velocidad de carga de material.

En la pantalla delta se ajusta un valor comprendido entre (0-100)% de la velocidad que puede desarrollar el motor de carga de material a través de la variable VW1730, esta variable de 16 bits se transfiere a una señal analógica AQW0, que me permite regular la velocidad en el variador de frecuencia del motor de carga.

Para confirmar que la velocidad real de giro del motor es similar al ajustado en la pantalla, se utiliza una variable analógica AIW10 que me da la velocidad real del motor, y esta velocidad la puedo visualizar en la pantalla a través de la variable VW1706.

Programa para el control de la velocidad de carga de material.



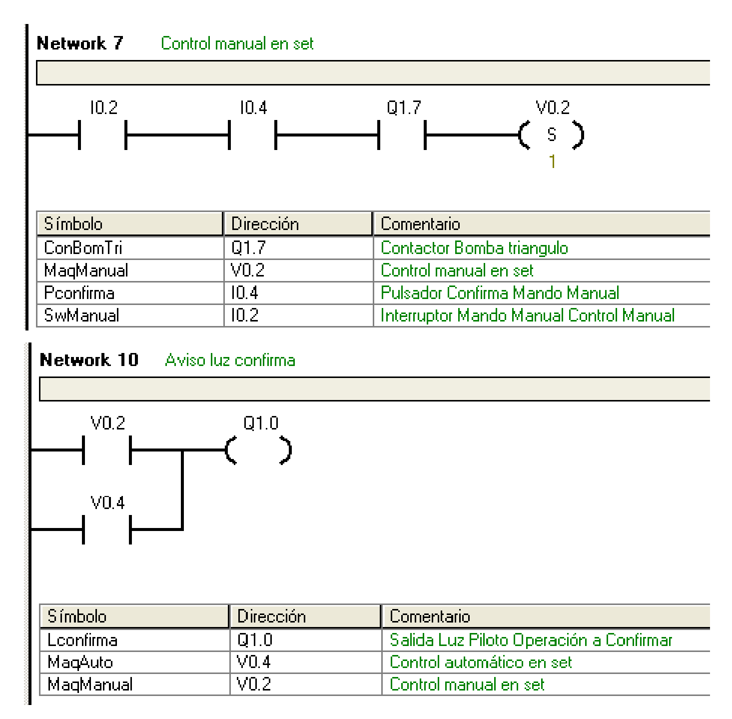
Descripción del ciclo de trabajo.

La máquina inyectora DE00 puede trabajar en mando manual y automático, por medio de los selectores: Interruptor Mando Manual (I0.2) y automático (I0.3) respectivamente, pero antes de seleccionar el tipo de trabajo tenemos que encender la bomba hidráulica por medio del Pulsador de arranque del Motor de Bomba Hidráulica (I1.2).

Una vez seleccionado el mando manual o automático se debe confirmar pulsando confirmar (I0.4) y en el panel de control se prendera una luz por medio de la salida Q1.0.

Si Selecciono Modo Manual.

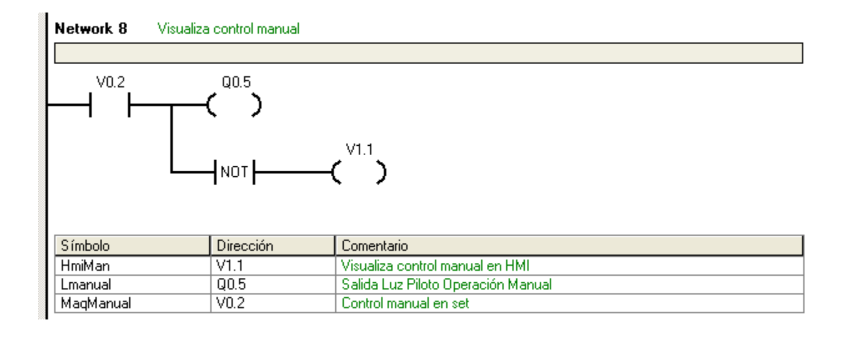
Programa para el control manual.



Símbolo	Dirección	Comentario
ConBomTri	Q1.7	Contactor Bomba triangulo
MaqManual	V0.2	Control manual en set
Pconfirma	I0.4	Pulsador Confirma Mando Manual
SwManual	I0.2	Interruptor Mando Manual Control Manual

Símbolo	Dirección	Comentario
Lconfirma	Q1.0	Salida Luz Piloto Operación a Confirmar
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

Además se visualizará en la pantalla DELTA por medio de la variable V1.1 cuando la máquina esta en modo manual.

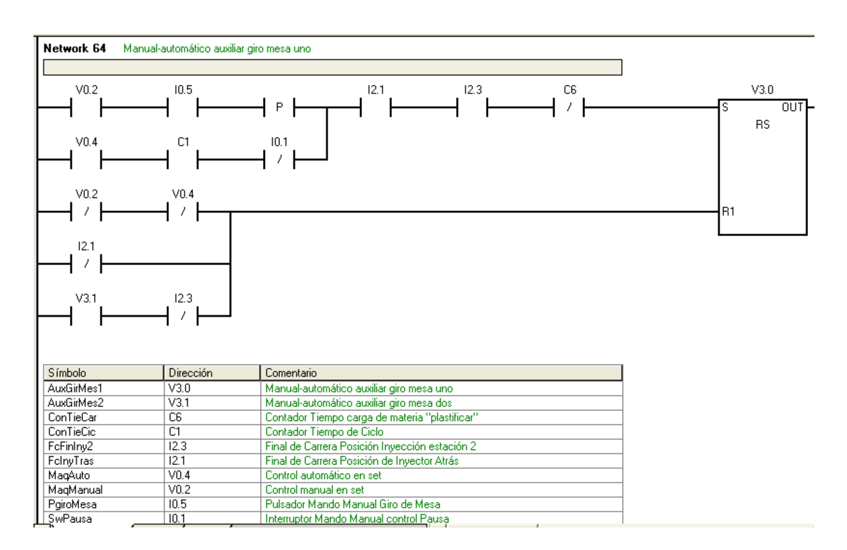


Símbolo	Dirección	Comentario
HmiMan	V1.1	Visualiza control manual en HMI
Lmanual	Q0.5	Salida Luz Piloto Operación Manual
MaqManual	V0.2	Control manual en set

Una vez que el operador realice el proceso siguiente:

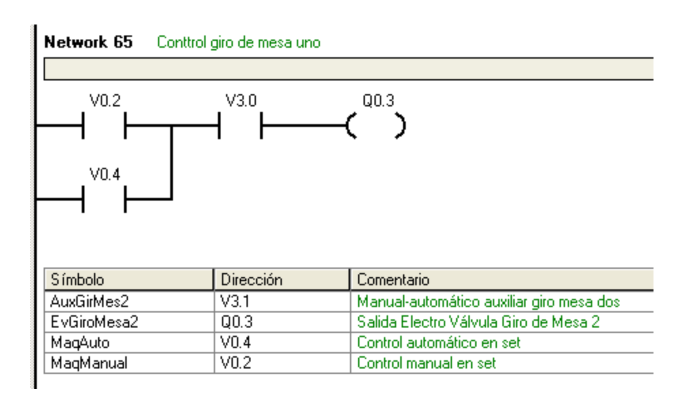
Colocar la talonera en la horma, abrir los rines del molde, levantar la puntera, girar la horma, bajar la puntera y cerrar los rines del molde.

Se procede a girar la mesa para lo cual debe estar cerrado el final de carrera de posición de inyector atrás (I2.1), el final de carrera de posición de la estación 2 frente al inyector (I2.3) y activada la variable de mando manual (V0.2), bajo estas condiciones se pulsa el giro de mesa (I0.5) que produce un cambio de 0 a 1 y de esta manera permite que por el contacto de flanco positivo circule corriente y active la variable de manual-automático de giro de mesa uno V3.0, que es una operación de rearmar dominante biestable que aprovechando su característica de si tanto la señal “posicionar" (S) como la señal “rearmar" (R1) son verdaderas, la salida (OUT) será falsa evitando de esta manera que se active V3.0 cuando se ha activado la variable de giro de mesa dos V3.1.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxGirMes1	V3.0	Manual-automático auxiliar giro mesa uno
AuxGirMes2	V3.1	Manual-automático auxiliar giro mesa dos
ConTieCar	C6	Contador Tiempo carga de materia "plastificar"
ConTieCic	C1	Contador Tiempo de Ciclo
FcFinIny2	I2.3	Final de Carrera Posición Inyección estación 2
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set
PgiroMesa	I0.5	Pulsador Mando Manual Giro de Mesa
SwPausa	I0.1	Interruptor Mando Manual control Pausa

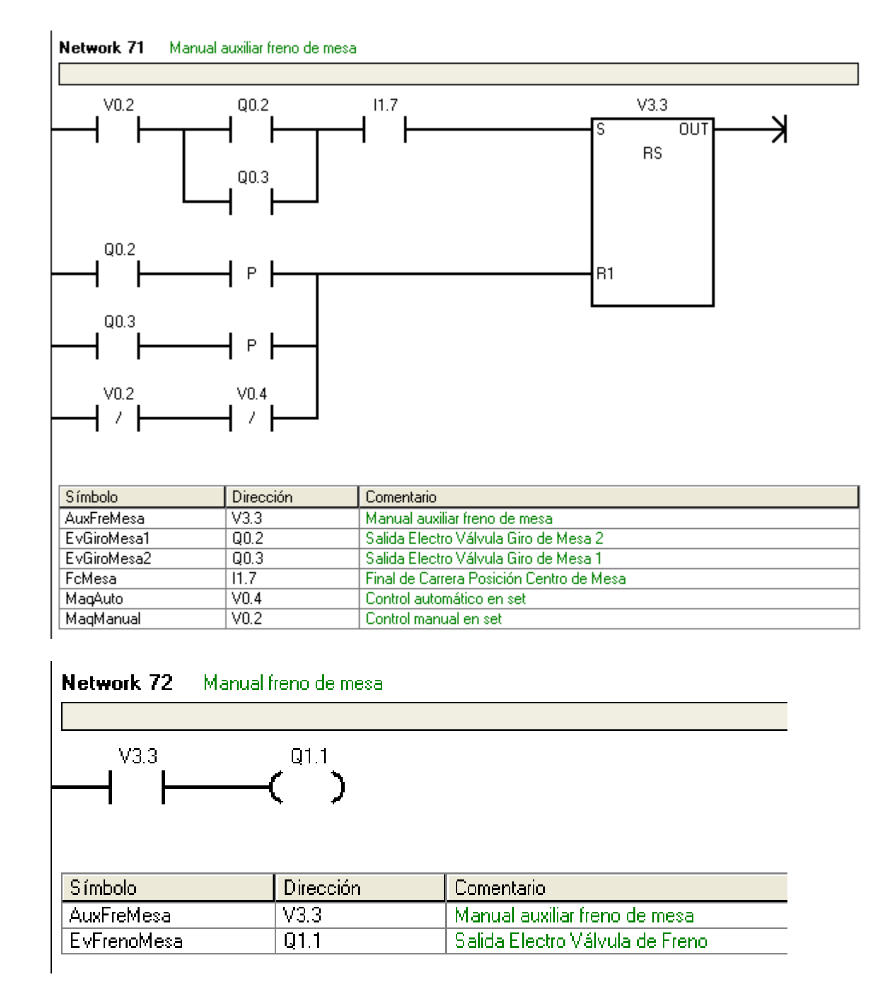
Al activarse la variable V3.0 se activa la salida de la electroválvula de giro de mesa uno Q0.3.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxGirMes2	V3.1	Manual-automático auxiliar giro mesa dos
EvGiroMesa2	Q0.3	Salida Electro Válvula Giro de Mesa 2
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

Para que se posicione la estación uno frente al inyector primero debe activarse un sistema de freno por seguridad y no golpee la máquina.

En el transcurso del movimiento de la mesa se activa un final de carrera I1.7 que por medio de la variable V3.3 activara la electroválvula de freno de mesa Q1.1.

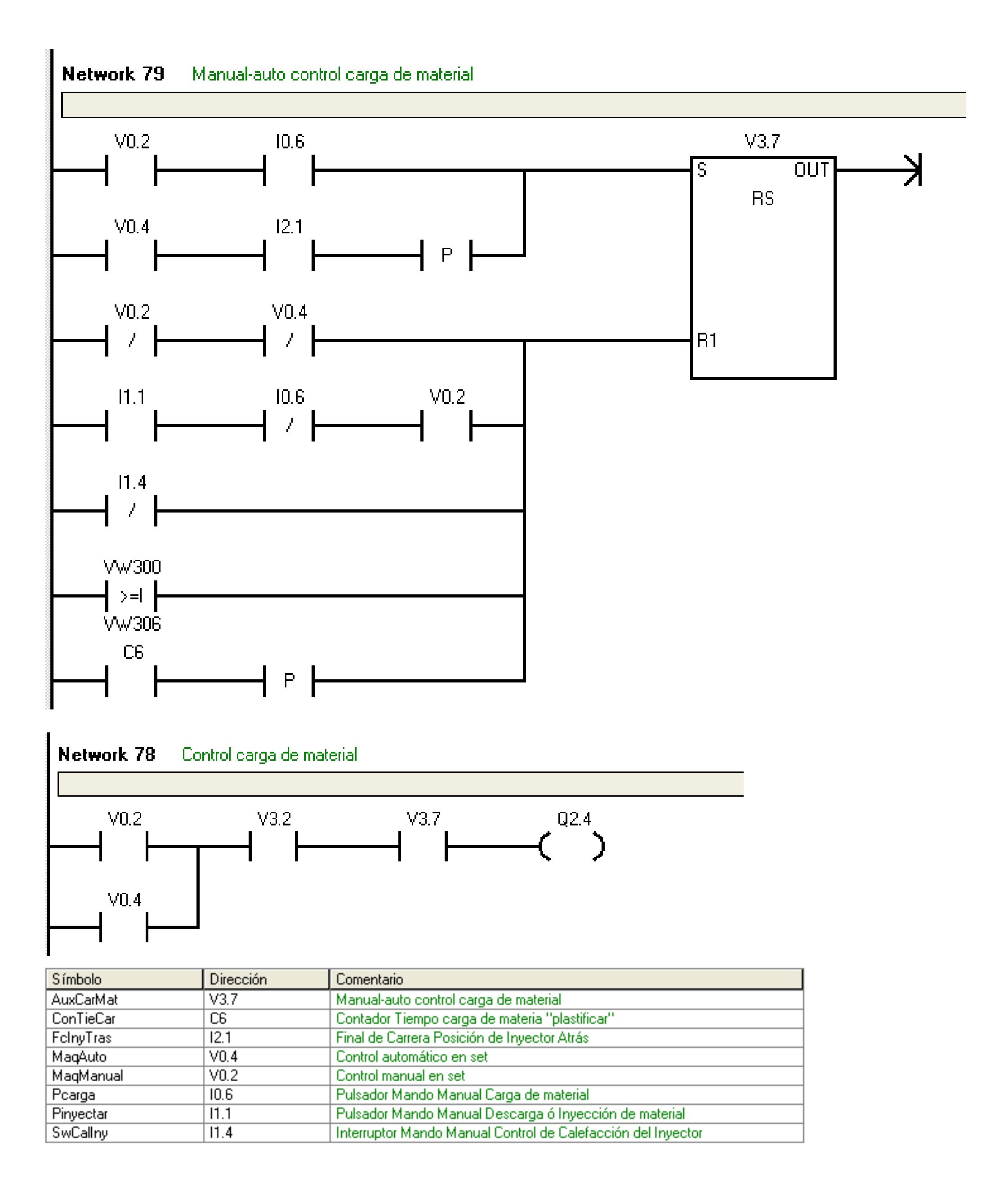


Símbolo	Dirección	Comentario
AuxFreMesa	V3.3	Manual auxiliar freno de mesa
EvGiroMesa1	Q0.2	Salida Electro Válvula Giro de Mesa 2
EvGiroMesa2	Q0.3	Salida Electro Válvula Giro de Mesa 1
FcMesa	I1.7	Final de Carrera Posición Centro de Mesa
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

Símbolo	Dirección	Comentario
AuxFreMesa	V3.3	Manual auxiliar freno de mesa
EvFrenoMesa	Q1.1	Salida Electro Válvula de Freno

Una vez posicionada la estación 1frente al inyector, se carga el material pulsado cargar material (I0.6) que activa la variable V3.7 para dar paso a que se active el variador de frecuencia que controla el motor de carga Q2.4.

Solo se puede cargar el material si las condiciones de calefacción están dentro de los rangos permitidos por medio de la variable V3.2



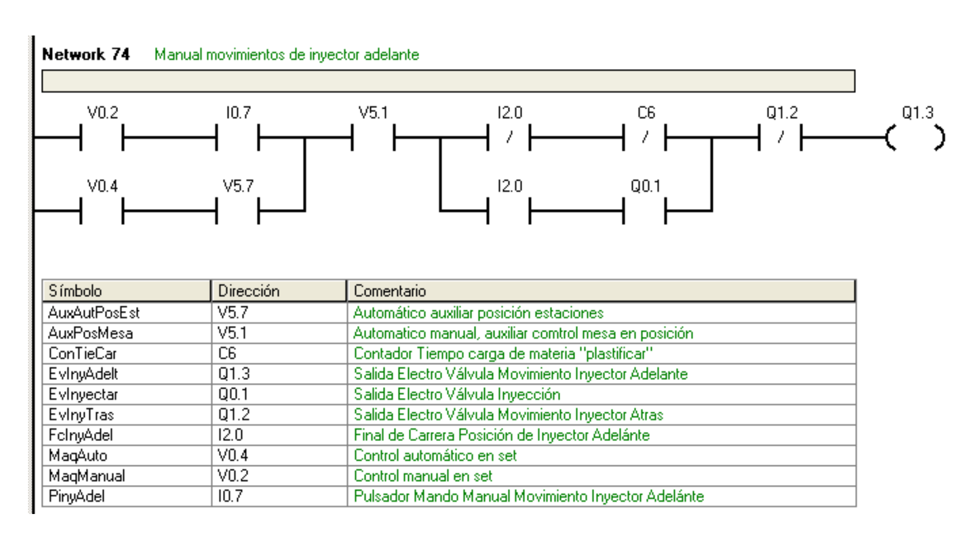
Símbolo	Dirección	Comentario
AuxCarMat	V3.7	Manual-auto control carga de material
ConTieCar	C6	Contador Tiempo carga de materia "plastificar"
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set
Pcarga	I0.6	Pulsador Mando Manual Carga de material
Pinyectar	I1.1	Pulsador Mando Manual Descarga ó Inyección de material
SwCalIny	I1.4	Interruptor Mando Manual Control de Calefacción del Inyector

Una vez cargado el material se activa la electroválvula de inyector adelante Q1.3 al pulsar inyector adelante I0.7.

Se activara Q1.3, cuando se cumpla la condición de que la mesa giratoria este en la posición correcta V1.5.

Además por medio de un enclavamiento cruzado evita que se active la electroválvula de inyector atrás Q1.2 cuando esta activado la electroválvula de inyector adelante Q1.3 o viceversa.

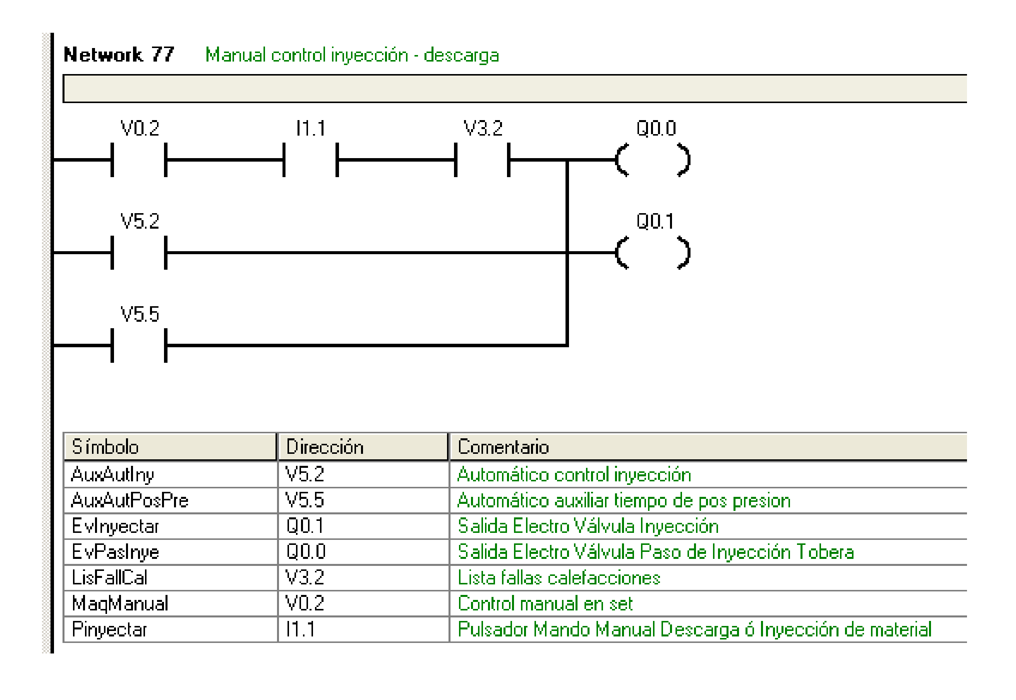
El final de carrera de inyector adelante I2.0 se abrirá y se detendrá el inyector aun si sigo pulsando inyector adelante I0.7.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutPosEst	V5.7	Automático auxiliar posición estaciones
AuxPosMesa	V5.1	Automatico manual, auxiliar control mesa en posición
ConTieCar	C6	Contador Tiempo carga de materia "plastificar"
EvInyAdelt	Q1.3	Salida Electro Válvula Movimiento Inyector Adelante
EvInyectar	Q0.1	Salida Electro Válvula Inyección
EvInyTras	Q1.2	Salida Electro Válvula Movimiento Inyector Atras
FcInyAdel	I2.0	Final de Carrera Posición de Inyector Adelánte
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set
PinyAdel	I0.7	Pulsador Mando Manual Movimiento Inyector Adelánte

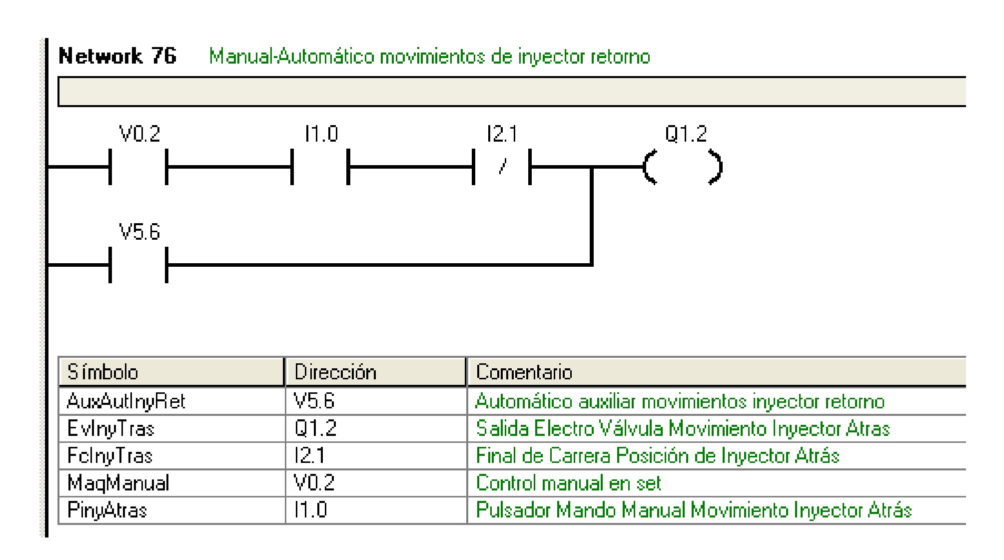
Una vez que el inyector este adelante se continua con el proceso de inyección, para lo cual se actica las electroválvulas de inyectar material Q0.1 y el paso de la inyección por la tobera Q0.0.

Se activaran estas electroválvulas al presionar el pulsador de inyección o descarga I1.1, pero siempre que se cumpla las condiciones de no haber las fallas en las calefacciones V3.2.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutIny	V5.2	Automático control inyección
AuxAutPosPre	V5.5	Automático auxiliar tiempo de pos presion
EvInyectar	Q0.1	Salida Electro Válvula Inyección
EvPasInye	Q0.0	Salida Electro Válvula Paso de Inyección Tobera
LisFallCal	V3.2	Lista fallas calefacciones
MaqManual	V0.2	Control manual en set
Pinyectar	I1.1	Pulsador Mando Manual Descarga ó Inyección de material

Al descargar el material se procede al retorno del inyector Q1.2 pulsado inyector atrás I1.0, el inyector retrocederá hasta que se abra el final de carrera del inyector atrás I2.1, de esta manera si pulsamos I1.0 el inyector ya no se moverá.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutInyRet	V5.6	Automático auxiliar movimientos inyector retorno
EvInyTras	Q1.2	Salida Electro Válvula Movimiento Inyector Atras
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqManual	V0.2	Control manual en set
PinyAtras	I1.0	Pulsador Mando Manual Movimiento Inyector Atrás

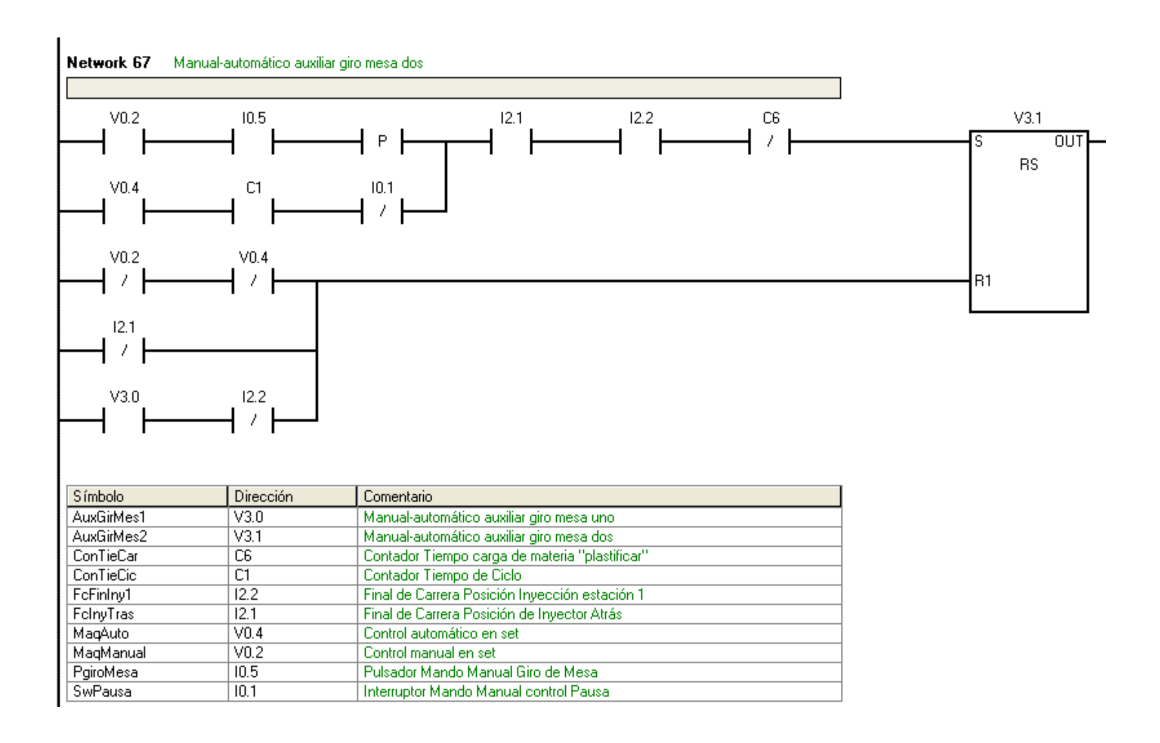
Cuando el inyector este totalmente atrás se podrá girar la mesa a la siguiente estación dos.

Pero antes el operador realizara el trabajo de poner la talonera en la horma que está en la estación dos.

Al pulsar I0.5 giro de mesa y estando cerrados los finales de carrera de inyector atrás I2.1 y cerrado el final de carrera I2.2 que indica la estación actual en este caso la estación 1, se dará paso a que gire la mesa a la posición de estación dos.

Un normalmente cerrado de V3.0 que esta conectado en el terminal reset de la variable V3.1 y un normalmente cerrado de V3.1 que esta conectado en el terminal reset de la variable V3.0 realizan la función de un enclavamiento cruzado evitando que se activen las variables auxiliares de giro de mesa de la estación dos y uno al mismo tiempo.

Se resetean también las variables de giro de mesa V3.0 o V3.1 al apagar el mando manual V0.2.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxGirMes1	V3.0	Manual-automático auxiliar giro mesa uno
AuxGirMes2	V3.1	Manual-automático auxiliar giro mesa dos
ConTieCar	C6	Contador Tiempo carga de materia "plastificar"
ConTieCic	C1	Contador Tiempo de Ciclo
FcFinIny1	I2.2	Final de Carrera Posición Inyección estación 1
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set
PgiroMesa	I0.5	Pulsador Mando Manual Giro de Mesa
SwPausa	I0.1	Interruptor Mando Manual control Pausa

Al posicionarse correctamente la estación dos frente al inyector se realiza el mismo proceso que cuando estaba la estación uno frente al inyector.

Si Selecciono Modo Automático.

Para seleccionar este modo debemos determinamos los tiempos en los cuales vamos a trabajar y ajustamos en la pantalla delta.

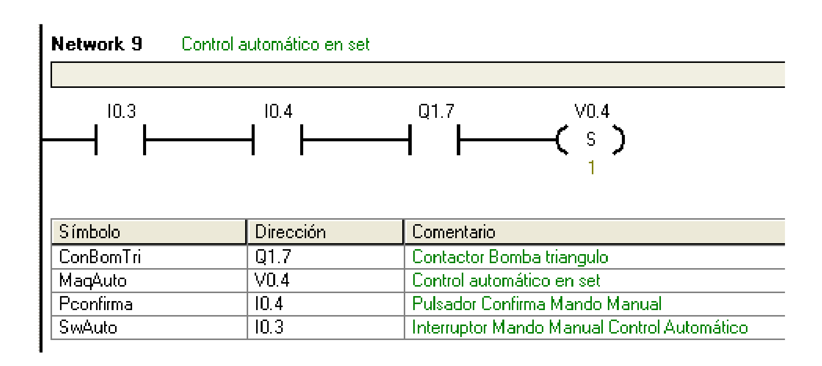


Figura 4.45. Ajuste de los tiempos de trabajo.

Al igual que en el modo manual se debe cumplir las condiciones de que este encendida la bomba hidráulica y seleccionar modo automático y luego pulsar confirmar para que la variable de control automático V0.4 se active.



Programa para el control automático.

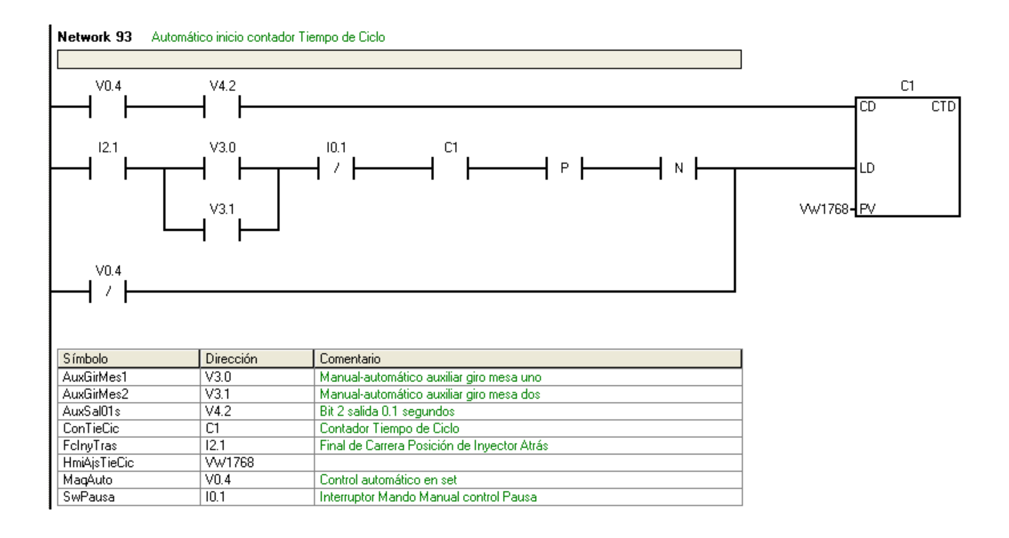


Símbolo	Dirección	Comentario
ConBomTri	Q1.7	Contactor Bomba triangulo
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
Pconfirma	I0.4	Pulsador Confirma Mando Manual
SwAuto	I0.3	Interruptor Mando Manual Control Automático

Se inicia el conteo del ciclo de trabajo por medio del contador hacia atrás C1 cuyo valor de preselección PV se ajusta en la pantalla DELTA por medio de la variable VW1768.

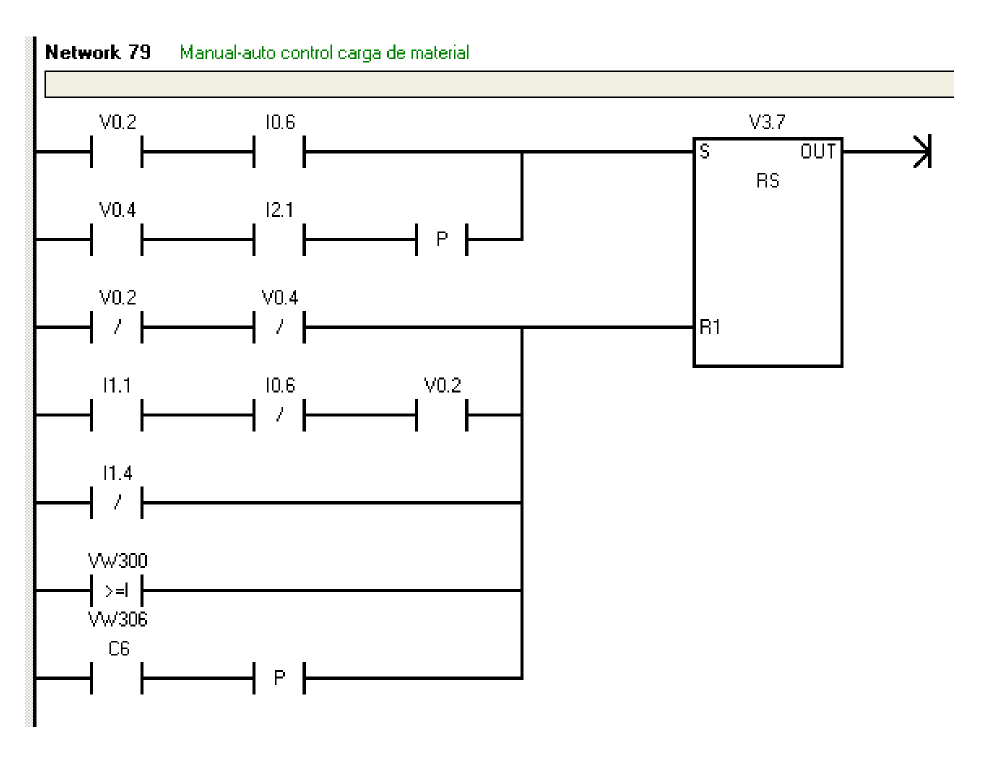
El contador desactiva el bit de contaje (C1) y carga el valor actual con el valor de preselección (PV) cuando se activa la entrada de carga (LD) por medio de la variable V0.4 antes de seleccionar el modo automático.

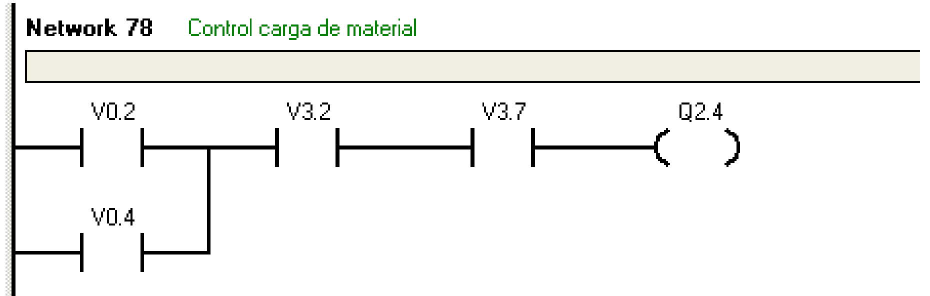
La operación de contar atrás empieza desde el valor de preselección cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje atrás (CD), el flanco positivo lo da la variable V4.2 que está controlada por un reloj de decimas de segundo.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxGirMes1	V3.0	Manual-automático auxiliar giro mesa uno
AuxGirMes2	V3.1	Manual-automático auxiliar giro mesa dos
AuxSal01s	V4.2	Bit 2 salida 0.1 segundos
ConTieCic	C1	Contador Tiempo de Ciclo
FclnyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
HmiAjsTieCic	VW1768	
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
SwPausa	I0.1	Interruptor Mando Manual control Pausa

Al activarse al mando automático V0.4, y estando cerrado el final de carrera de inyector atrás I2.1 se activa la variable de carga de material V3.7, hasta que la resetee un contacto del contador C6 (contador de tiempo de carga de material PV= VW1780) o se cumpla la comparación entre el sensor análogo de registro de volumen de material VW300 con el valor ajustado en la pantalla DELTA en la variable VW306.



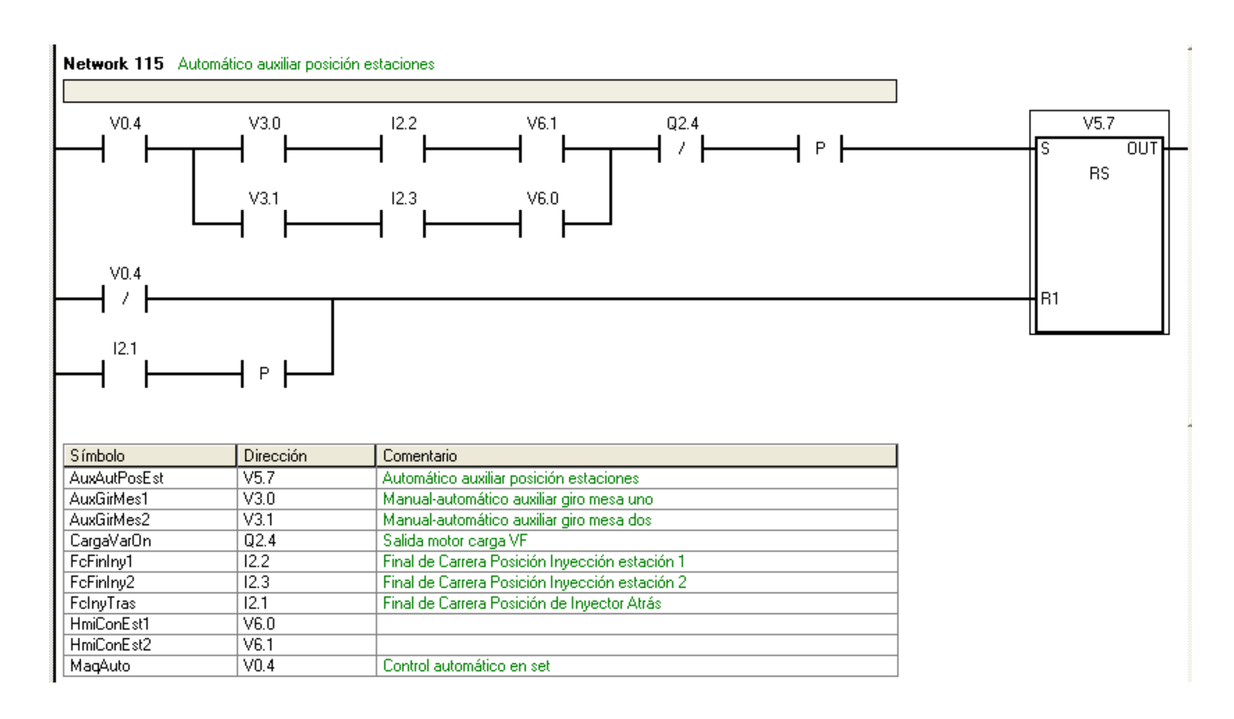


Símbolo	Dirección	Comentario
AuxCarMat	V3.7	Manual-auto control carga de material
CargaVarOn	Q2.4	Salida motor carga VF
LisFallCal	V3.2	Lista fallas calefacciones
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

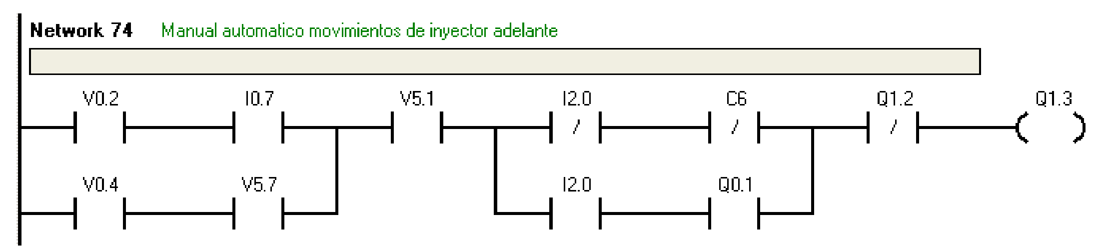
Una vez cargado el material, se desactivarán los contactos de la Q2.4 y volverán a su estado de reposo esto permitirá que se activa una variable V5.7.

Esta variable ara que se active la electroválvula de inyector adelante Q1.3 y el contador de tiempo de entrada del inyector C7 (PV=VW1778).

Activándose solo si no hay fallas en las calefacciones V5.1.



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutPosEst	V5.7	Automático auxiliar posición estaciones
AuxGirMes1	V3.0	Manual-automático auxiliar giro mesa uno
AuxGirMes2	V3.1	Manual-automático auxiliar giro mesa dos
CargaVarOn	Q2.4	Salida motor carga VF
FcFinIny1	I2.2	Final de Carrera Posición Inyección estación 1
FcFinIny2	I2.3	Final de Carrera Posición Inyección estación 2
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
HmiConEst1	V6.0	
HmiConEst2	V6.1	
MaqAuto	V0.4	Control automático en set

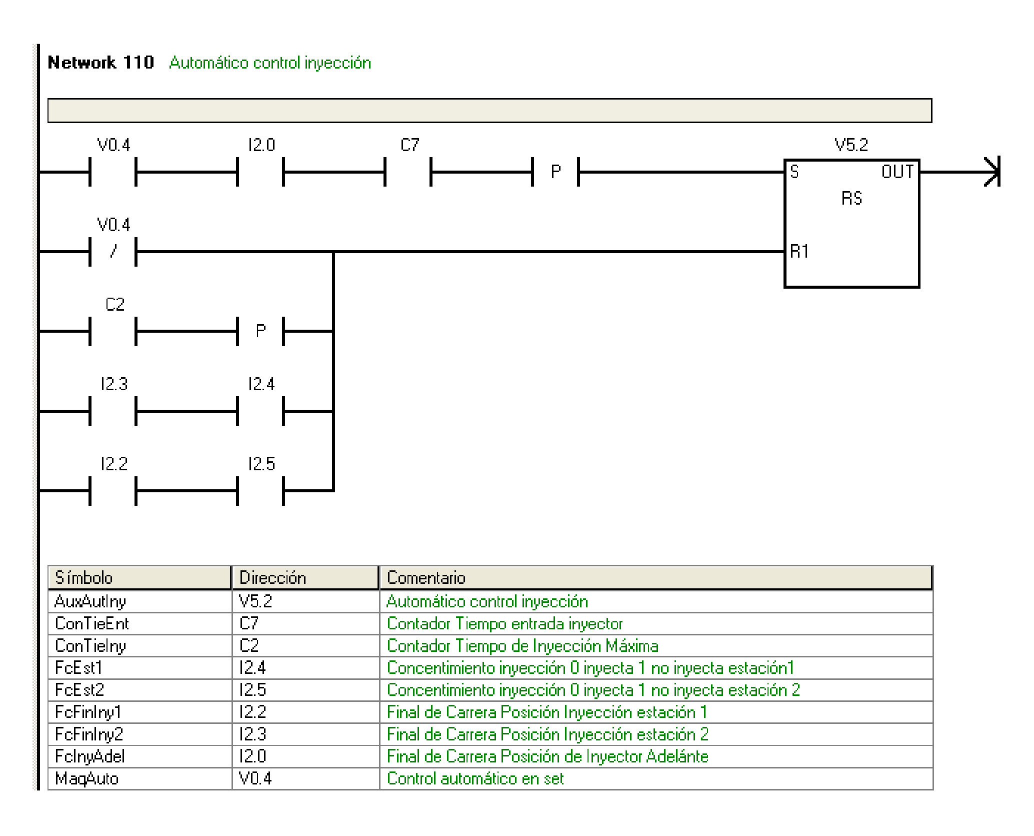


Una vez que se cierre el final de carrera de inyector adelante I2.0 se desactiva la electroválvula Q1.3.

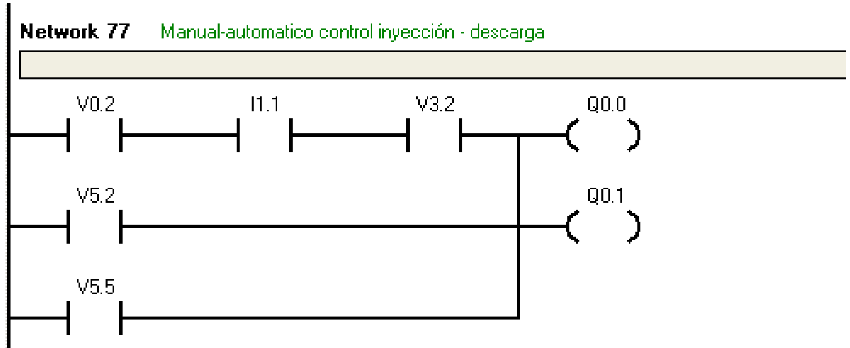
Al culminar con el conteo de C7 se cierre uno de sus contactos activando la variable V5.2 de control de inyección

Esta variable activara las electroválvulas de inyección Q0.1 y paso de inyección por la tobera Q0.0.

Además se activara el contador C2 (Contador Tiempo de Inyección Máxima PV=VW1770).



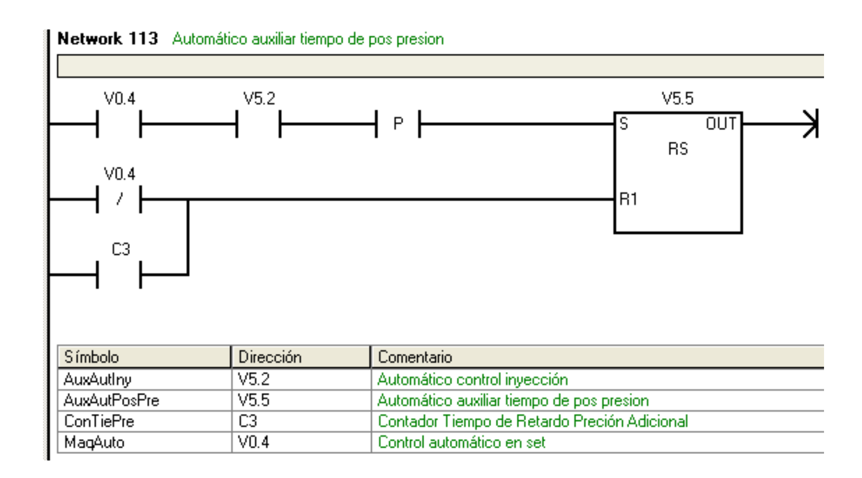
Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutIny	V5.2	Automático control inyección
ConTieEnt	C7	Contador Tiempo entrada inyector
ConTieIny	C2	Contador Tiempo de Inyección Máxima
FcEst1	I2.4	Concentimiento inyección 0 inyecta 1 no inyecta estación1
FcEst2	I2.5	Concentimiento inyección 0 inyecta 1 no inyecta estación 2
FcFinIny1	I2.2	Final de Carrera Posición Inyección estación 1
FcFinIny2	I2.3	Final de Carrera Posición Inyección estación 2
FcInyAdel	I2.0	Final de Carrera Posición de Inyector Adelánte
MaqAuto	V0.4	Control automático en set



Al activarse el contador C2 dará paso a que se active el contador de tiempo de retardo de presión adicional C3.

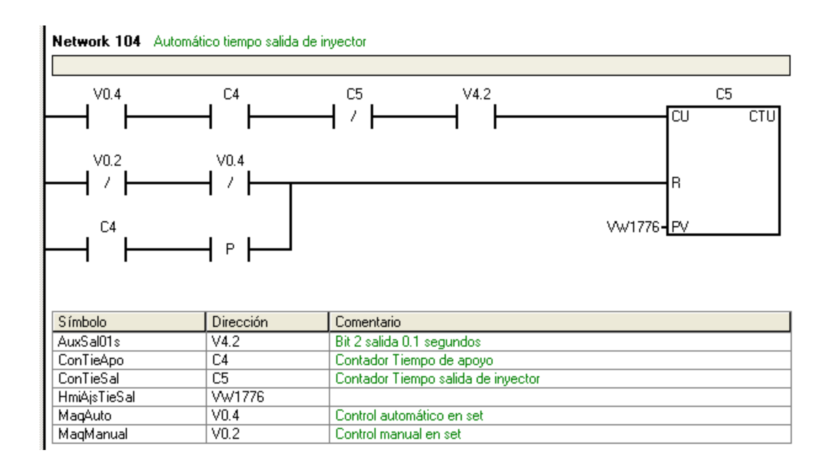
El valor de preselección PV será ajustado desde la pantalla DELTA por medio de la variable VW1772.

La variable V5.2 se desactivara por el contador C2, pero las electroválvulas Q0.0 y Q0.1 permanecerán activadas por medio de la variable V5.5 (auxiliar tiempo de pos presión) hasta que se active el contacto del contador C3 (contador de tiempo de retardo de presión adicional).



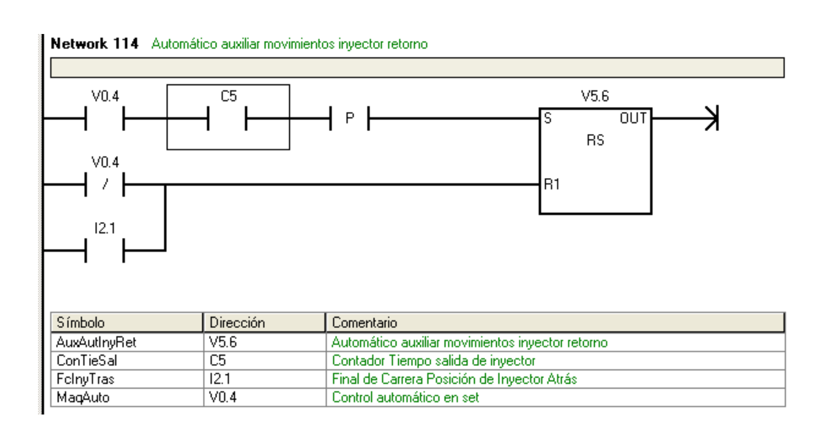
Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutIny	V5.2	Automático control inyección
AuxAutPosPre	V5.5	Automático auxiliar tiempo de pos presion
ConTiePre	C3	Contador Tiempo de Retardo Preción Adicional
MaqAuto	V0.4	Control automático en set

El contador C3 activara el conteo del contador C4 (Contador Tiempo de apoyo) donde su valor de preselección PV se ajusta en la pantalla DELTA a través de la variable VW1774. Al activarse C4 activara la operación de contador adelante C5 cuyo valor de preselección PV se ajusta en la pantalla DELTA por medio de la variable VW1776.

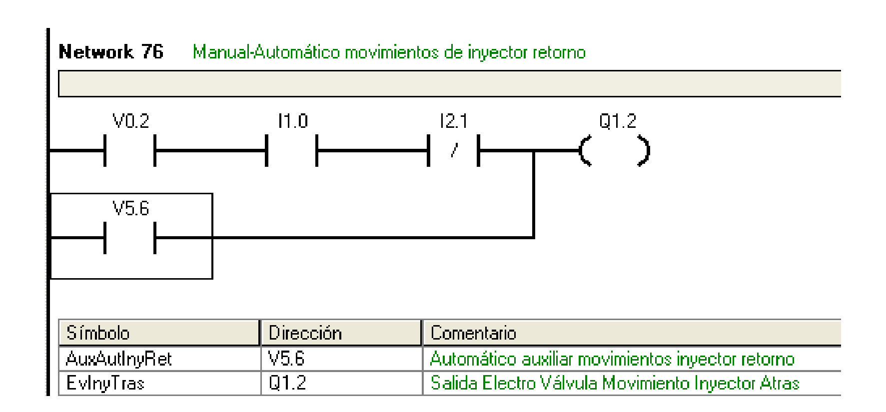


Símbolo	Dirección	Comentario
AuxSal01s	V4.2	Bit 2 salida 0.1 segundos
ConTieApo	C4	Contador Tiempo de apoyo
ConTieSal	C5	Contador Tiempo salida de inyector
HmiAjsTieSal	VW1776	
MaqAuto	V0.4	Control automático en set
MaqManual	V0.2	Control manual en set

C5 activara la variable de movimiento inyector retorno V5.6, esta variable ara que se active la electroválvula de movimiento inyector retorno Q 1.2



Símbolo	Dirección	Comentario
AuxAutInyRet	V5.6	Automático auxiliar movimientos inyector retorno
ConTieSal	C5	Contador Tiempo salida de inyector
FcInyTras	I2.1	Final de Carrera Posición de Inyector Atrás
MaqAuto	V0.4	Control automático en set

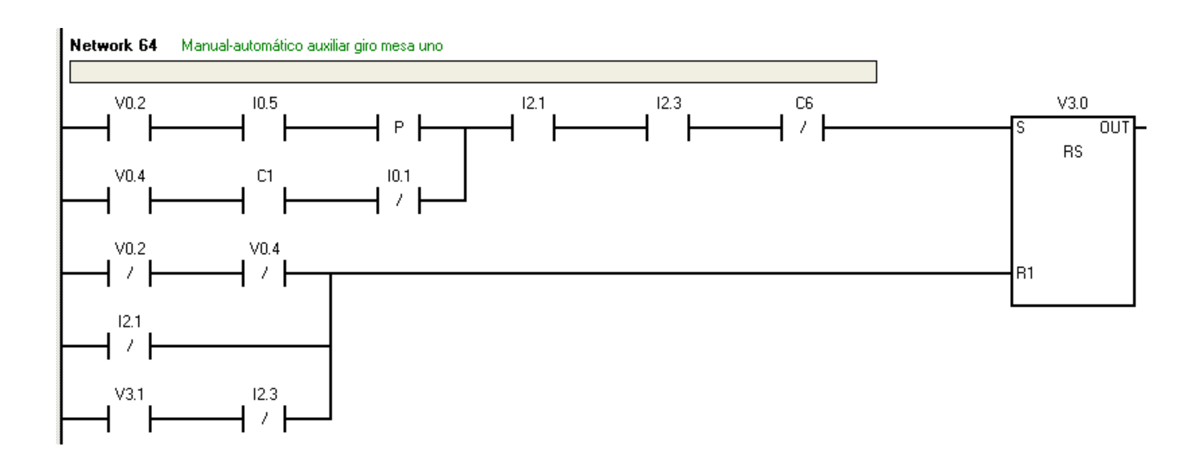


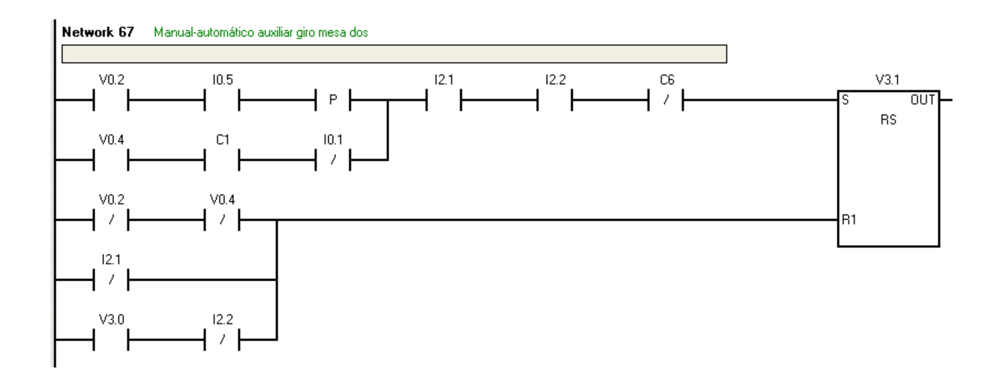
Al retroceder completamente el inyector cerrara el final de carrera I2.1, esto permite que se reanude nuevamente el proceso de carga de material, (Network 79).

Al culminar el tiempo de ciclo dado por el contador C1 se cierra uno de sus contactos activando la electroválvula de giro de mesa ya sea de la estación uno o dos (V3.0 o V3.1 respectivamente).

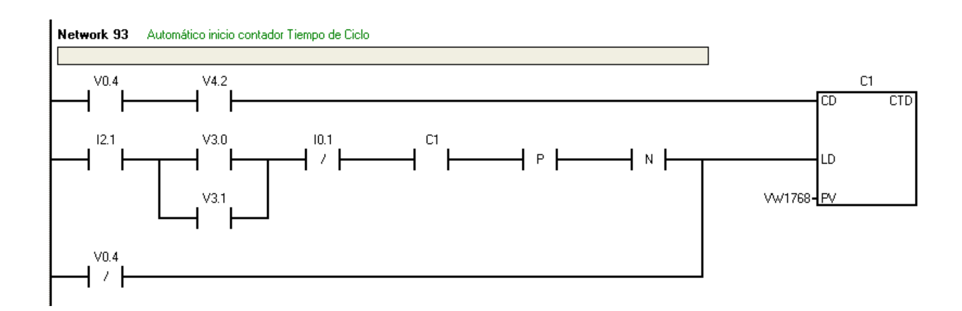
La estación que va a giro dependerá de que finales de carrera están cerrados.

- Estación uno: deben cerrarse I2.1 y I2.3.
- Estación dos: deben cerrarse I2.1 y I2.2.





Otro contacto de C1 actúa como pulsador y permite que desactive el bit de contaje de si mismo (C1) y cargue nuevamente el valor actual con el valor de preselección (PV). Esto permite un nuevo ciclo.



4.5. Operación y puesta en marcha de la estación.

4.5.1. Medidas preliminares.

Antes de iniciar la puesta en marcha de la máquina es necesario controlar otra vez todas las uniones atornilladas de las tuberías del sistema hidráulico, sistema regulador de temperatura y sistema neumático por si tienen fugas.

Controlar las uniones atornilladas de los tubos.

Controlar el nivel de la unidad de refrigeración.

Controlar las presiones recomendadas de aire comprimido tanto en la mesa giratoria como en la unidad de cierre.

Controlar la dirección de rotación del motor de accionamiento de la bomba.

En el A**nexo IX** se presenta los parámetros de operación de la máquina Inyectora DE00.

4.5.2. Conectar la máquina.

Arranque

a) Colocar el interruptor principal de la unidad eléctrica en la posición ON.

b) Conectar todos los fusibles y breckers.

c) Conectar el grupo hidráulico pulsado “marcha bomba”.

d) Abrir la entrada del agua fría girándose media vuelta la llave de paso.

e) Conectar la calefacción de los moldes.

f) Conectar la calefacción de la unidad de inyección.

h) Ajustar las temperaturas como lo prescribe el fabricante del material.

i) Conectar la alimentación de material y llenar la tolva con material.

j) Ajustar el volumen de material que se requiera por estación.

k) Ajustar la velocidad de carga de material.

l) Ajustar el tiempo de ciclo a 15-25 segundos aproximadamente.

m) Ajustar los parámetros de ajuste para la unidad de inyección:

Retardo de inyección o entrada.

Tiempo de inyección.

Retardo de presión de plastificación o adicional.

Tiempo de presión de plastificación, presión dinámica o apoyo.

Tiempo de salida.

Tiempo de plastificar.

n) Compruébese la temperatura del cilindro del tornillo en la pantalla de temperaturas, si se encuentran fuera de los límites establecidos para cada zona se presenta un mensaje de falla indicando la zona que se encuentra fuera de los límites prescritos.

Atención: Solo debe ponerse en marcha el motor del tornillo estando caliente el cilindro del tornillo.

Si en la pantalla de fallas no se encuentra ningún mensaje de falla se continúa con el proceso de puesta en marcha. Una vez observados todos los puntos mencionados anteriormente se efectúa algunas pruebas de inyección con el fin de comprobar que el material de PVC ha alcanzado su temperatura más adecuada y óptimas cualidades de fluidez.

Control manual

Los pasos son los siguientes:

a) Conectar el mando manual y accionar el pulsador de confirmar.

b) Accionar el pulsador de cargar material.

c) Accionar el pulsador de inyectar material.

d) Controlar el material inyectado y si cumple con las características deseadas se continua con el proceso de puesta en marcha caso contrario verificar las temperaturas en las zonas del inyector.

Una vez verificado que el material se encuentra listo para ser inyectado en el molde se continúa con el proceso.

e) Colocar la talonera en el molde.

f) Cerrar la unidad de cierre a inyectar.

g) Accionar el pulsador de giro mesa y trasladar la estación 1 o 2 delante de la unidad de inyección.

h) Accionar el pulsador de cargar material.

i) Accionar el pulsador de inyector adelante.

j) Accionar el pulsador de inyectar material.

k) Accionar el pulsador de inyector atrás.

l) Accionar el pulsador de giro mesa y se repite el proceso para la siguiente estación.

Todos estos pasos se repiten hasta que obtengamos una zapatilla de calidad. Unas ves obtenidas una zapatilla que se encuentra dentro de los parámetros de calidad se conecta el mando automático.

Control Automático.

a) Verificar que los parámetros de operación se hayan ajustado correctamente en la pantalla.

b) Conectar el mando automático y accionar el pulsador de confirmar.

Se enciende la lámpara de control automático y la de confirmar. Todas las demás operaciones de la mesa giratoria y del grupo de inyección se producen automáticamente.

CAPÍTULO V

5. MANTENIMIENTO

5.1. Mantenimiento del equipo.

La Empresa Plasticaucho Industrial S.A cuenta con un software de mantenimiento preventivo llamado "SAP", con la que se puede realizar órdenes de trabajo, reserva de materiales en bodega para mantenimiento y otras aplicaciones.

El SAP nos permite realizar un mantenimiento preventivo basado en el tiempo ya que ciertas reparaciones, cambios de componentes o piezas, se realiza a intervalos programados de tiempo.

Los varios inconvenientes que presenta esta técnica, gira fundamentalmente alrededor de los altos costos que estas revisiones implican.

Para ello se propone adicionar un plan de mantenimiento preventivo basado en la condición cuyo principio básico es de que una máquina no se avería sin antes manifestar ciertos síntomas previos, avisando de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra dando un tiempo de preaviso y un nivel de alarma. Las inspecciones de este tipo de mantenimiento, objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), se efectúan en la propia máquina sin desmontar el elemento, y solo se realiza esta acción si luego de la inspección se verifica que sea necesario su traslado para la reparación del defecto (falla potencial).

5.1.1. Mantenimiento preventivo de la máquina inyectora de PVC.

a) Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad mecánica.

Frecuencia de Mantenimiento: Diario.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Inspección de la máquina en general	Verificar estado superficial de guías de deslizamiento. Detectar ruidos y holguras, colaborando en su corrección, asegurarse que todas las fijaciones con tornillos están

	correctamente ensambladas y no hay tornillos flojos o rotos.
Limpieza	Limpiar los perfiles de la estructura y así practicar la higiene de la máquina y de su entorno.
Engrasar	Engrasar este punto diariamente con grasa Molykote BH2 de alto rendimiento.
Calibración de moldes	La calibración se realizara con galgas de calibración según PROLON-DOG-002 que facilita la ubicación y el ajuste de hormas y rines

Frecuencia de Mantenimiento: Semanal.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Limpieza	Eliminar la suciedad de aceite en el freno de accionamiento de la mesa giratoria soplándolo con aire comprimido, además limpiar las unidades de cierre y unidad de inyección.

Frecuencia de Mantenimiento: Trimestral.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Plan de lubricación	Verificar niveles de aceite de engrase y rellenar si es necesario. Localizar fugas y corregir si es posible. Asegurarse de la llegada de lubricante a todos los puntos de destino. En general, observar fugas por uniones de tuberías comprobando fijaciones y corrigiendo si es posible.

Frecuencia de Mantenimiento: Semestral.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Reaprietes	Revisar el apriete de los accesorios de unión de la estructura. Los tornillos que están sometidos a mayores temperaturas deben colocarse con polvo de grafito sin aceite o grasa o bien con pasta Molicote HSC, para evitar agarrotamientos debidos al

	calor. Los pareas de apriete están indicados en la tabla que aparece en el **Anexo X.**
Limpieza del tornillo	Para ello, se ha de desmontar el tornillo en la forma siguiente: 1. Limpiar cuidadosamente las superficies de deslizamiento del grupo de inyección. 2. Colocar el tornillo en su posición más avanzada. 3. Llevar hacia atrás el grupo de inyección. 4. Desenchufar los cables y enchufes del cilindro del tornillo. 5. Cerrar la llave de paso del agua y desenroscar la tuerca de manguito de la manguera de agua fría. 6. Quitar el tubo acodado. 7. Sacar el pasador de aleta entre la unión del ojo del vástago del pistón y el cierre de la tobera y destornillar los tornillos de sostén del cierre de la tobera y el soporte del cilindro en la parte inferior de la cabeza de inyección y quitar el cilindro. 8. Retirar las 4 tuercas, arandelas y muelles del cilindro de avance y con la mano empujar al grupo de inyección hasta su posición más retrasada. 9. Desenroscar la cabeza de inyección con la llave de gancho. 10. Sacar el tornillo y retirar cuidadosamente las partículas de plástico adheridas. Limpiar con un cepillo de alambre fino. 11. Después de la limpieza, montar el tornillo en sentido inverso al realizado para el desmontaje. Atención: Es muy importante que todas las roscas en la cabeza de la tobera se espolvoreen con polvo de grafito. De otra forma resulta después imposible el desenroscar.

b) Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad neumática.

Frecuencia de Mantenimiento: Diaria.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Revisión general	➢ Abrir la llave de paso de aire al iniciar la jornada de trabajo ➢ Revisar estado de tuberías y elementos neumático para la localización de fugas. ➢ Realizar la purga de filtros semiautomáticos. ➢ Observar presiones en manómetros, regulando si es necesario. ➢ Al final de jornada de trabajo cerrar la llave de paso general de aire comprimido.

Frecuencia de Mantenimiento: Semanal.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Revisión minuciosa.	➢ Verificar estado de redes del circuito, cilindros y distribuidores, corrigiendo fugas si existen y reapretar racores. ➢ Limpiar silenciosos de escape. ➢ Comprobar el estado de componentes del circuito neumático.

Frecuencia de Mantenimiento: Semanal.

Limpieza de válvulas neumáticas.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Desarme de unidades	Se deber interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o rotura. Todas las partes son removibles con herramientas standard de taller, utilizar en cada caso la más adecuada.
Limpieza de partes	El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta y pincel o cepillo de limpieza, sopleteando con aire a presión limpio y seco. Es conveniente repetir la

	operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes.
Armado de unidades	Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar su armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones y asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa antes del ajuste final.
Pruebas de estanqueidad y funcionamiento	Antes de reinstalar la válvula en la máquina, alimentar la válvula con presión de 6 a 8 bar y obturar con tapones sus bocas de utilización (2 y 4). En tales condiciones y para ambas posiciones del distribuidor, verificar ausencia de fugas en bocas de escape (3 y 5) y en tapas de mando y reacción.

Limpieza cilindros neumáticos.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Desarme de unidades	Antes de iniciar su desconexión, se debe interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o rotura. Todas las partes son removibles con herramientas comunes de taller. Utilizar en cada caso la más adecuada. Bajo ningún concepto debe sujetarse al cilindro por el tubo, ya que una pequeña deformación radial del mismo lo inutilizaría o alteraría luego el normal funcionamiento. Es recomendable aflojar las tapas en forma cruzada.
Limpieza de partes	El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta, complementando con pincel o cepillo de limpieza y sopleteado con aire limpio y seco. Es conveniente repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes.
Armado de unidades	Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar el armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones utilizando grasa

	blanca neutra liviana. Asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa y tubo antes del ajuste final. Las tapas deben ajustarse en forma cruzada y progresiva, acompañando con pequeños movimientos del vástago para asegurar un mejor hermanado del conjunto. Todos los tensores deberán tener el mismo grado de ajuste. Antes del ajuste final verifique la correcta alineación entre las tapas delantera y trasera del actuador sobre una superficie plana.
Pruebas.	Antes de reinstalar el cilindro en la máquina, realizar las siguientes pruebas: ➢ Estanqueidad: presurizar a 6 bares alternativamente ambas cámaras verificando estanqueidad de la cámara presurizada y ausencia de fugas por la boca de la cámara opuesta. Cuando se presurice la cámara delantera verificar además el sellado de la guarnición de vástago. ➢ Funcionamiento: con aire a baja presión (1 bar) verifique el suave desplazamiento en ambos sentidos del vástago, girando el mismo entre operaciones 90° manualmente. ➢ Amortiguaciones: cerrando totalmente los registros de amortiguación y presurizando las cámaras alternativamente a 6 bares, el vástago debe prácticamente detenerse y completar la parte final de su recorrido lentamente.

c) Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad hidráulica.

Frecuencia de Mantenimiento: Diario.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Revisión del nivel de Fluido Hidráulico	El nivel de aceite debe corresponder con la marca roja en la mirilla de cristal. Y si hay fugas, rellenar se procede.
Revisión temperatura del fluido	Observar que esté entre 38 y 57 C, para temperaturas ambiente iguales o inferiores a 38 C.
Revisión presión de trabajo	Comprobar con el manómetro.
Localización de ruidos anormales	En caso de excesivo ruido podría ser señal de turbulencias por aire en el sistema. Verificar existencia de posibles vibraciones en la red o golpes de ariete y se procede a reapretar racores de unión y comprobar buena fijación de soportes de tuberías.
Localización de fugas	Inspección visual de fugas y localizar fugas en todo el circuito (cilindros, válvulas, distribuidores, tuberías, etc.) Reparar en su caso.

Frecuencia de Mantenimiento: Semestral.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Tomar una muestra del fluido hidráulico	Tomar una muestra del fluido hidráulico y enviarla a analizar a un laboratorio acreditado. En caso de contaminación, drenar y limpiar el tanque
Limpieza de filtros	1) Evacuar el aceite hasta la mirilla inferior. 2) Destornillar la placa de montaje. 3) Separar la conducción del vacuómetro. 4) Destornillar la brida de la bomba con el filtro de succión y el tubo de succión. 5) Limpiar el filtro con un pincel blando y gasolina. Proyectarle después un chorro de aire a presión.

Frecuencia de Mantenimiento: Anual.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Limpieza del tanque	1) Abrir la válvula de paso girándola hacia la izquierda y vaciar el acumulador de presión. 2) Aflojar la atornilladura del conducto de presión de operación y colocar la manguera en el recipiente preparado para este efecto. 3) Girar hacia la izquierda hasta el tope la rueda de mano de la válvula de regulación de presión de operación. 4) Conectar la bomba. 5) Cerrar la válvula de paso, regular el flujo de aceite con la válvula de regulación de presión de operación y vaciar el depósito de aceite hasta que el nivel llegue a la mirilla del nivel de aceite inferior. 6) Desconectar la bomba. 7) Destornillar la tapa de montaje del lado del depósito y extraer el resto del líquido. 8) Antes de agregar el aceite hidráulico nuevo debe limpiarse minuciosamente el deposito y en lo posible también el circuito hidráulico. Ha de limpiarse el tanque con un pincel blando y gasolina, proyectándose a continuación un chorro de aire a presión.
Cambio del filtro de la bomba	Cuando re realiza la limpieza del tanque se cambia el filtro

d) Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad eléctrica.

Frecuencia de Mantenimiento: Diaria.

Antes de la jornada.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Revisión del tablero de control	Inspección visual del estado general y condiciones de funcionamiento.
Revisión de interruptores	Inspección visual del estado general y condiciones de funcionamiento.
Revisión de relés y sistemas de protección	Verificación del estado general y de las condiciones de funcionamiento. Control de señalización y alarmas de fallas.
Revisión del transformador	Inspección visual, control y registro de novedades si corresponde.

Al finalizar la jornada.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Revisión general	Quitar tensión al finalizar la jornada actuando en el seccionador general situado sobre el armario eléctrico. Comprobar lámparas de señalización, cambiar si es necesario. Observar estado y posicionamiento correcto de detectores y finales de carrera, limpiando y reglando si es necesario para que quede listo para la próxima jornada de trabajo. Mantener limpio y en buen estado las protecciones visuales de autómatas, lámparas de señalización, etc. Cerrar la puerta del tablero.

Frecuencia de Mantenimiento: Semanales.

Tarea:	Procedimiento a realizar:
Tablero de control	Comprobación del funcionamiento eléctrico y mecánico. Verificación del estado de los contactos. Mantener puertas cerradas de los tableros de control.

Interruptores	Comprobación del estado de operación y funcionamiento.
Relés y sistemas de protección.	Verificación del estado y condición general de los relés.
Transformador	Limpieza general.

Frecuencia de Mantenimiento: Mensual.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Tablero de control	Limpieza general interior y exterior con paño. Medición y registro del valor de voltaje e intensidad. Control del calibre de los cartuchos fusibles y capacidad de los térmicos de acuerdo a los consumos reales. Control de la puesta a tierra de todas las instalaciones. Readecuación de los circuitos que, eventualmente y para atender situaciones de emergencia, hubieran sido instalados precariamente; modificación de los planos y fichas correspondientes, de ser necesario.
Interruptores	Limpieza general con paño. Verificación de contactos.
Relés y sistemas de protección	Verificación y control de la actuación de las protecciones mediante procedimientos de simulación de fallas.
Transformador	Verificación de conexiones en los bornes y ajuste de ser necesario. Control de tensión.

Frecuencia de Mantenimiento: Trimestral.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Tablero de control	Limpieza, control y ajuste de las barras.

	Verificación y ajuste de todos los contactos y de la entrada y salida de conductores.
Interruptores	Ajuste de acometidas y conexiones. Verificación de las condiciones de accionamiento manual y automático.
Relés y sistemas de protección	Verificación y control de los niveles de protección de las instalaciones. Coordinación del nivel de las protecciones de acuerdo a las necesidades operativas y de cargas actuantes.
Transformador	Determinación de la resistencia óhmica de los bobinados. Verificación del nivel de aislamiento entre fases y entre cada fase y tierra.
Conductores eléctricos de alimentación	Verificación de los bornes de conexión y de las condiciones de ajuste. Inspección visual de los terminales, de los empalmes y de las derivaciones, reemplazando los terminales y los tramos afectados. Mediciones amperimétricas y comprobación de la carga máxima a transmitir en cada alimentador en función de su capacidad. Registro de los resultados obtenidos.

Frecuencia de Mantenimiento: Semestral.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Tablero de control	Extracción de los elementos removibles, control y ajuste de conexiones. Verificar el correcto funcionamiento de los finales de carrera. Limpiar y reajustar conexiones en el PLC.
Transformador	Verificación de continuidad y determinación del valor de toma a tierra.

Conductores eléctricos de alimentación	Verificación del correcto equilibrio de carga por fase en los conductores.
Análisis de Motores Eléctricos	Con ayuda de un analizador de energía podemos determinar lo siguiente: Cuando el desequilibrio resistivo es bajo y desequilibrio de inductancia alto tenemos: Problemas con rotor o eje torcido, barras rotas, porosidad; fallos de estator y/o excentricidad. Desequilibrio resistivo alto y desequilibrio inductancia alto, tenemos: Problemas en el estator. Desequilibrio resistivo alto y desequilibrio inductancia bajo, tenemos: Problemas en el circuito de potencia, como conexiones corroídas, contaminadas o desconexiones.

Frecuencia de Mantenimiento: Anual.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Tablero de control	Registro del valor de resistencia en las planillas correspondientes, consignando las siguientes lecturas y la fecha de cada comprobación: Entre cada conductor y tierra Entre conductores Entre contactos Entre contactos de tomacorrientes Sopleteo con aire comprimido y Limpieza de contactos. Limpiar y reajustar conexiones en el PLC.
Transformador	Ejecución de ensayos en vacío y bajo carga. Confección del registro anual de mediciones.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Tarea:	**Procedimiento a realizar:**
Revisión del Puerto Serial	Si no se comunica con el PC: Desconectar la fuente de alimentación. Comprobar si existe continuidad en el cable de comunicación con la ayuda de un óhmetro. En caso de no existir continuidad proceder a cambiar el cable.
Cambio de elementos	Cambiar sensores. Revisar el sistema de seguridad. Cambiar lámparas de señalización. Cambiar selectores y pulsadores.
Reparación del PLC	La reparación lo debe realizar un personal calificado. Los pasos básicos son los siguientes: Desmontaje del PLC. Llevarlo al taller. Retirar la carcasa del PLC. Limpiar las sócalos de borneras tanto las de entrada como las de salida del PLC con ayuda de una brocha fina # 2 y un espray limpia contactos. Limpiar las pistas con tiñer. Revisión minuciosa de las pistas electrónicas para la localización de sueldas frías y elementos dañados o quemados. Cambio del elemento dañado. Armar el PLC y montarlo en el tablero de control. Realizar pruebas antes de dar marcha al sistema automatizado.

5.2. Detección de averías.

Con ayuda de la HMI DELTA, en la que tenemos una página sobre fallas, que nos da un mensaje del elemento que esta fuera de servicio o fuera de su rango de servicio, nos permite resolver rápidamente la avería.

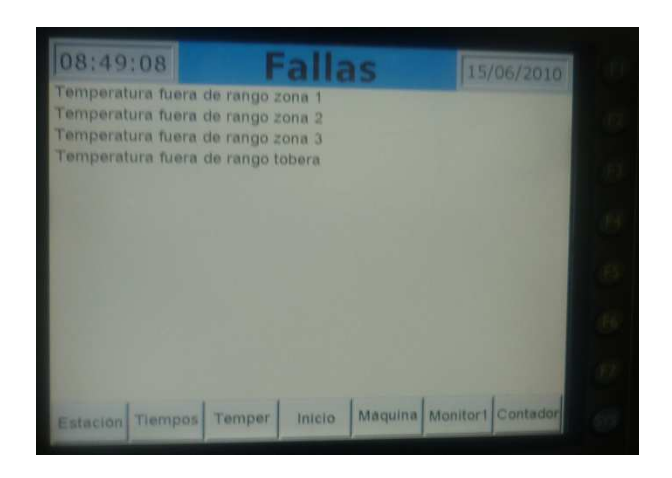


Figura 5.1. Pantalla de fallas.

Además tenemos dos páginas denominadas monitor uno (estado de entradas) y monitor dos (estado de salidas) que nos permite determinar si están o no activadas sus entradas y salidas del proceso de automatización.

Esta información nos permite dar lo más pronto con la falla.



Figura 5.2. Entradas y salidas del proceso de automatización.

5.3. Seguridad.

Para realizar los trabajos eléctricos de mantenimiento se debe cumplir con las medidas técnicas de seguridad según el artículo 65 del Reglamento Interno De Seguridad Y Salud Del Trabajo de Plasticaucho Industrial S.A.

Las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas de baja tensión $U<1000V$:

1) Abrir todas las fuentes de tensión (obligatorio).
2) Enclavamiento o bloqueo, si es posible en aparatos de corte, (obligatorio).
3) Reconocimiento de la ausencia de tensión, (obligatorio).
4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión, (recomendable).
5) Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes, (recomendable).

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

Puedo concluir que para realizar una automatización es necesario conocer a la máquina que me permite obtener la siguiente información: procedimiento que se debe seguir en la operación (arranque, paro), dispositivos que intervienen en el proceso (sensores, transductores, motores, etc.), variables a medir, variables a controlar, variables a monitorear, rangos de operación, función de los dispositivos, entradas y salidas. Esto me ha permitido realizar con éxito un proyecto de automatización ya que se obtiene una visión amplia de lo que se puede y quiere hacer.

Gracias al conocimiento organizado de las funciones de cada elemento que conforman el sistema automático de la máquina inyectora se ha logrado obtener un sistema mecatrónico que reconoce ciertas condiciones mediante sensores, procesando la información, y generando actividades mecánicas flexibles.

Se diseña el sistema de automatización y control utilizando el PLC S7 200 CPU 226 de la familia SIMATIC de SIEMENS complementado con módulos de ampliación EM221 y EM222 de entradas y salidas digitales respectivamente ya que se requiere trabajar con 27 entradas y 21 salidas digitales, además de 1 módulo de ampliación EM 231, de 4 entradas analógicas para termocuplas y 1 módulo de ampliación EM 235, de 4 entradas analógicas/1 salida analógica para el control de volumen de material de PVC a través de un potenciómetro y un variador de frecuencia. Con ayuda de una HMI DELTA se ha logrado cumplir con los requerimientos solicitados por los operadores y técnicos de mantenimiento para poder monitorear y controlar el proceso de elaboración de zapatillas de lona en tiempo real y además entregan información muy importante para el análisis del proceso.

El plan de mantenimiento propuesto se basa en la conclusión de que una máquina no se avería sin antes manifestar ciertos síntomas previos avisando de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra dando un tiempo de preaviso y un nivel de alarma. Los datos recolectados en reales condiciones durante las inspecciones son

analizados para deducir su normal o incorrecto servicio, esto nos ha permitido eliminar revisiones, reparaciones y parada inútiles.

6.2 Recomendaciones

El éxito de una automatización esta en obtener la mayor información sobre la máquina para ello se recomienda realizar entrevistas con los operadores y encargados de mantenimiento del proceso, visitas de campo, los cuales indican las características de operación, características de la máquina, rango de operación y de esta manera ir describiendo perfectamente el sistema, diagnosticándose las áreas de oportunidad a ser automatizadas.

Para que el plan de mantenimiento propuesto tenga mayor éxito se recomienda capacitar a los técnicos de mantenimiento ya que en algunas oportunidades siendo detectada la anomalía no se haga un diagnóstico correcto o no se perciba de la gravedad de la misma, dando así lugar a una evolución peligrosa del daño detectado.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] SANTOS BECERRIL M. Introducción a la Ingeniería Mecatrónica. Desarrollo de Sistemas Mecatrónicos.
Hermosillo: Sonora, 2006, 81 pp.

[2] Manual de Práctica de Neumática y Electroneumática. Elementos de un Sistema Neumático.
www.manualdepracticas.blogspot.com/.
2010-04-21

[3] Catálogo de Productos Neumáticos MICRO 2008 / 2009. Válvulas.
www.micro.com.ar.
2010-04-25

[4] Unidad Didáctica de Neumática, Actuadores Neumáticos.
www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS.
2010-05-01

[5] La Electroválvula que gobierna el actuador.
www.personales.ya.com/canalPLC/actu_neumatico.htm.
2010-05-12

[6] FESTO. Es la Marca de las Electroválvulas, Didactic GmbH & Co. KG, 08/2005.
Electroválvula neumática de 3/2 vías.

[7] Principios de Neumática e Hidráulica. Elementos de una Instalación Oleohidráulico.
www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf)
2010-05-15

[8] Oleohidráulica. Generación de potencia oleohidráulica.
www.oleohidráulica.com
2010-05-17

[9] Oleohidráulica Industrial. Bombas.
www.2.uca.es/dept/ing_industrial/mecanica/Documentacion/oleohidraulica_transp.pdf).
2010-05-17

[10] Tecnologías Oleohidráulica y Neumática. Simbología.
www.web.uniovi.es/Areas/Mecanica.Fluidos/docencia/s2a1_asignaturas.php.
2010-05-17

[11] Automatización de Procesos Industriales. Automatismos Eléctricos.
www.Maniobrayproteccióndesistemaseléctricos.com.
2010-06-01

[12] Introducción a Step 5 Primera parte. Automatismos Eléctricos.
www.automatas.org/siemens/intr_s5_%281%29.htm
2010-06-01

[13] SIEMENS. Equipo Eléctrico Industrial.
www.siemens.com.mx/A&D/en/t_nav238.html
2010-06-04

[14] VIATGER., Electricidad.
www.electricidad-viatger.blogspot.com/2009/02/el-contactor.html
2010-06-04

[15] Interruptor Automático.
www.terra.es/personal/topino/protecciones/magnetot.htm
2010-06-04

[16] MOOLLERS. Productos Eléctricos.
www.moeller.es/productos_soluciones/productos/aparamenta-modular.html
2010-06-07

[17] SIEMENS 2008. Manual del Sistema de Automatización S7-200.
Edición 08/2008 A5E00307989-04. Número de referencia del manual: 6ES7298- 8FA24-8DH0.

[18] CANTO, CARLOS Q. Arquitectura Interna del Autómata Programable o PLC.
www.siemens/logo/plc.com
2010-06-07

[19] CANTO, CARLOS Q. Arquitectura Interna del Autómata Programable o PLC. Memoria del Autómata.
www.siemens/logo/plc.com
2010-06-07

[20] GÓMEZ ASSAN, JULIO E. Tesis Ing. Electricidad, módulos de ampliación. Especialización Industrial. Guayaquil, Ecuador.

[21] COPYRIGHT © SIEMENS AG 1999. El S7-200 en una hora.
Número de referencia: 6ZB5310-0EG04-0BA2.

[22] TODO ROBOT. Información. Sensores en Robótica.
www.todorobot.com.ar/documentos/sensores.pdf
2010-06-09

[23] RAMÍREZ M., DIEGO. Instrumentación Electrónica. Criterios de clasificación de los sensores.
www.uv.es/ramirez/Docencia/IE/Principios_generales.pdf
2010-06-09

[24] CHAVES, A. Proyecto Eléctrico. Sensores Analógicos utilizados en la Automatización Industrial IE – 0502.

[25] RIVERA GUILLERMO. Proyecto Instrumento de Medida.
www.arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/labetcii/curso0203/pract2.htm
2010-06-10

[26] MILKA. Instrumentos De Medida y Operación.
www.uhv.es/sites/milka/es/instrumentos.htm
2010-06-09

[27] ALIBABA. Catálogo de Productos.
www.flben.alibaba.com
2010-06-10

[28] Termopares.
www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-07-TC.pdf
2010-06-10

[29] VELASQUEZ, VERÓNICA. Mediciones Industriales.
www.veronicavelasquezg.blogspot.com/2009_02_01_archive.html
2010-06-10

[30] GARCÍA, ROGER. Ahorro de Energía con Variadores de Frecuencia.
www.siemens/variadores/ahorrodeenergia.com
2010-06.20

[31] Automatismos Eléctricos. Variador de Frecuencia Mecanismos.
www.aulaelectrica.es
2010-06-20

[32] DESMA-WERKE GMBH ACHIM BEI BREMEN. Manual de instrucciones de las máquinas DESMA DE00.

[33] SIEMENS. Mini-Manual usuario Simatic S7-200 CPU224.
www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf
2010-06-20

[34] GÓMEZ ASSAN, JULIO E. Tesis Ing. Electricidad, Entradas y salidas de un PLC. Especialización Industrial. Guayaquil, Ecuador.

[35] RIGANO CRISTIAN. Grupo de Robótica y Simulación. Tutorial de PLC.
www.frbb.utn.edu.ar/robotica
2010-06-20

[36] SIEMENS 2008. Manual del sistema de automatización S7-200. Juego de operaciones.
Edición 08/2008 A5E00307989-04. Número de referencia del manual: 6ES7298-8FA24-8DH0.

[37] DELTA ELECTRONICS, INC. DOP Series HMI User Manual. ScrEdit Software User Manual.

BIBLIOGRAFÍA

PIEDRAFITA MORENO, RAMÓN. Ingeniería de la Automatización Industrial. 2da ed. España: Microinformática, 2004.

MARTINEZ, FERNANDO. Reparación Y Bobinado De Motores Eléctricos. España: Paraninfo, 2001.

ENRIQUEZ, GILBERTO. Control De Motores Electricos. México: Limusa S.A.

SIEMENS 2008. Manual del Sistema de Automatización S7-200. Edición 08/2008 A5E00307989-04. Número de referencia del manual: 6ES7298-8FA24-8DH0.

COPYRIGHT © SIEMENS AG 1999. El S7-200 en una hora. Número de referencia: 6ZB5310-0EG04-0BA2.

DESMA-WERKE GMBH ACHIM BEI BREMEN. Manual de Instrucciones de las Máquinas DESMA DE00.

DELTA ELECTRONICS, INC. DOP Series HMI User Manual. ScrEdit Software User Manual

LINKOGRAFÍA

Manual de Práctica de Neumática, Electroneumática.
www.manualdepracticas.blogspot.com/.
2010-04-21

Catálogo de Productos Neumáticos MICRO 2008 / 2009.
www.micro.com.ar.
2010-04-25

Unidad Didáctica de Neumática, Actuadores Neumáticos.
www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS
2010-05-01

Principios de Neumática e Hidráulica.
www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf
2010-05-01

Tecnologías Oleohidráulica y Neumática. Simbología.
www.web.uniovi.es/Areas/Mecanica.Fluidos/docencia/s2a1_asignaturas.php
2010-05-02

Introducción a Step 5 Primera parte.
www.automatas.org/siemens/intr_s5_%281%29.htm
2010-05-12

Equipo Eléctrico Industrial SIEMENS.
www.siemens.com.mx/A&D/en/t_nav238.html
2010-05-15

Electricidad y Automatismo.
www.electricidad-viatger.blogspot.com/2009/02/el-contactor.html
2010-05-20

Proyecto Instrumento de Medida.
www.arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/labetcii/curso0203/pract2.htm
2010-06-02

Termopares.
www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-07-TC.pdf
2010-06-10

Grupo de Robótica y Simulación. Tutorial de PLC.
www.frbb.utn.edu.ar/robotica.
2010-06-10

ANEXOS

ANEXO I

Simbología de válvulas direccionales neumáticas.

Válvula con 2 posiciones de trabajo

Válvula con 3 posiciones de trabajo

Válvula de 2 vías y 2 posiciones (2/2)

Válvula de 3 vías y 2 posiciones (3/2)

Válvula de 4 vías y 2 posiciones (4/2)

Válvula de 5 vías y 2 posiciones (5/2)

Válvula de 5 vías y 2 posiciones (5/2) con sentido indistinto de circulación del fluido

Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro cerrado

Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro abierto

Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro a presión

Mando manual genérico

Mando manual a botón

Mando manual a palanca

Mando a pedal

Mando mecánico pulsador

Mando mecánico a rodillo operando en 2 sentidos

Mando mecánico a rodillo unidireccional, operando en 1 sólo sentido

Mando a varilla elástica

W

Reacción a resorte

Mando por presión (neumático)

Mando por presión (neumático) asistido

Reacción por presión (neumática) asistida - Área diferencial

Mando manual a botón servoasitido

Mando manual a palanca servoasitido

Mando mecánico a pulsador servoasitido

Mando mecánico a rodillo servoasitido

Mando mecánico a rodillo unidireccional servoasitido

Mando mecánico a varilla elástica servoasitido

Mando por baja presión o depresión (vacío)

Mando eléctrico con un solenoide

Mando eléctrico con un solenoide y actuador manual

Mando eléctrico servoasistido con un solenoide

Mando eléctrico servoasistido con un solenoide y actuador manual

Válvula de 2 posiciones con mando a palanca y retorno por resorte (monoestable)

Válvula de 2 posiciones con mando a palanca (biestable)

Válvula de 3 posiciones con mando a palanca (estable en las 3 posiciones)

Válvula de 3 posiciones con mando a palanca (posición central estable)

Válvula de 3 posiciones con mando neumático (posición central estable)

Válvula de 3 posiciones con mando electroneumático (posición central estable)

ANEXO II

Simbología de accesorios de mando y válvulas auxiliares neumáticas.

Regulador de caudal unidireccional

Regulador de caudal bidireccional

Válvula de escape rápido con escape roscado

Válvula de escape rápido con silenciador incorporado

Válvula selectora (función lógica O)

Válvula de simultaniedad (función lógica Y)

Válvula de no retorno o de retención

Limitador de presión unidireccional (economizador)

Válvula 2/2 con mando neumático y retorno a resorte (conector con bloqueo)

Presóstato regulable

Temporizador neumático de 10 segundos

Temporizador neumático de 30 segundos

Generador de impulso único

Comando bimanual de seguridad

Contador de pulsos neumáticos

Indicador de presión neumática

Silenciador de escape

Silenciador de escape con regulación del caudal

Separador con drenaje manual y silenciador de escape (colectores de escape)

Filtro de partículas

ANEXO III

Simbología oleohidráulica.

Descripción	Símbolo	Aplicaciones
1. Símbolos Básicos		
1.1 Líneas		
1.1.1 Continuas		Línea principal
1.1.2 Trazo largo		Línea secundaria
1.1.3 Trazo corto		Línea de drenaje o pilotaje
1.1.4 Doble		Conexión mecánica (eje, palanca, etc)
1.1.5 Discontinua		Límite de un conjunto
1.2 Círculos, Semicírculos		
1.2.1 Grande		Unidades de conversión de energía (bombas, motores, etc)
1.2.2 Mediano		Instrumentos de medición
1.2.3 Pequeño		Conexiones rotativas, Válvulas de bola
1.2.4 Muy pequeño		Accionadores mecánicos
1.2.5 Semicírculo		Actuadores rotativos
1.3 Cuadros, Rectángulos		
1.3.1 Grande		Válvulas de control (excepto antirretornos)
1.4 Rombos		
		Aparatos acondicionadores (filtros, intercambiadores, separadores, lubricadores, etc.)
1.5 Varios		
		Conexión entre líneas
		Muelle
		Restricción (afectada por la viscosidad)
		Restricción (no afectada por la viscosidad)

2. Símbolos Funcionales		
2.1 Triángulo		
2.1.1 Sólido	▲ ▼	Dirección del fluido hidráulico
2.1.2 Hueco	△ ▽	Dirección del fluido neumático
2.2 Flechas		
2.2.1 Verticales		Dirección, sentido de giro, sentido de circulación interno de la válvula
2.2.2 Inclinadas		Posibilidad de variación o regulación

3. Bombas y Compresores		
3.1 Bomba de cilindrada fija		Una / dos direcciones del fluido
3.2 Bomba de cilindrada variable		Una / dos direcciones del fluido
3.3 Compresor		Siempre una sola dirección

4. Motores y Bomba-Motor		
4.1 Motor de cilindrada fija		Una / dos direcciones del fluido
4.2 Motor de cilindrada variable		Una / dos direcciones del fluido
4.3 Motor oscilante		

4.4 Bomba-Motor de cilindrada fija		Funciona como bomba o como motor según la dirección del flujo
		Funciona como bomba o como motor según la dirección del flujo
		Funciona como bomba o como motor independientemente de la dirección del flujo
4.5 Bomba-Motor de cilindrada variable		Funciona como bomba o como motor sin cambiar la dirección del flujo
4.6 Grupo Bomba-Motor de cilindrada variable		Convertidor de par

5. Cilindros		
5.1 De simple efecto		Retorno por fuerza sin especificar
		Retorno por muelle
5.2 De doble efecto		Con un vástago
		Con doble vástago
5.3 Diferencial		Depende de la diferencia de áreas efectivas a ambos lados del pistón
5.4 Con amortiguador		Amortiguación simple y fija
		Amortiguación doble y fija

		Amortiguación simple y ajustable
		Amortiguación doble y ajustable
5.5 Telescópico		De simple acción
		De doble acción
5.6 Multiplicador de presión		
5.7 Actuador aire-aceite		

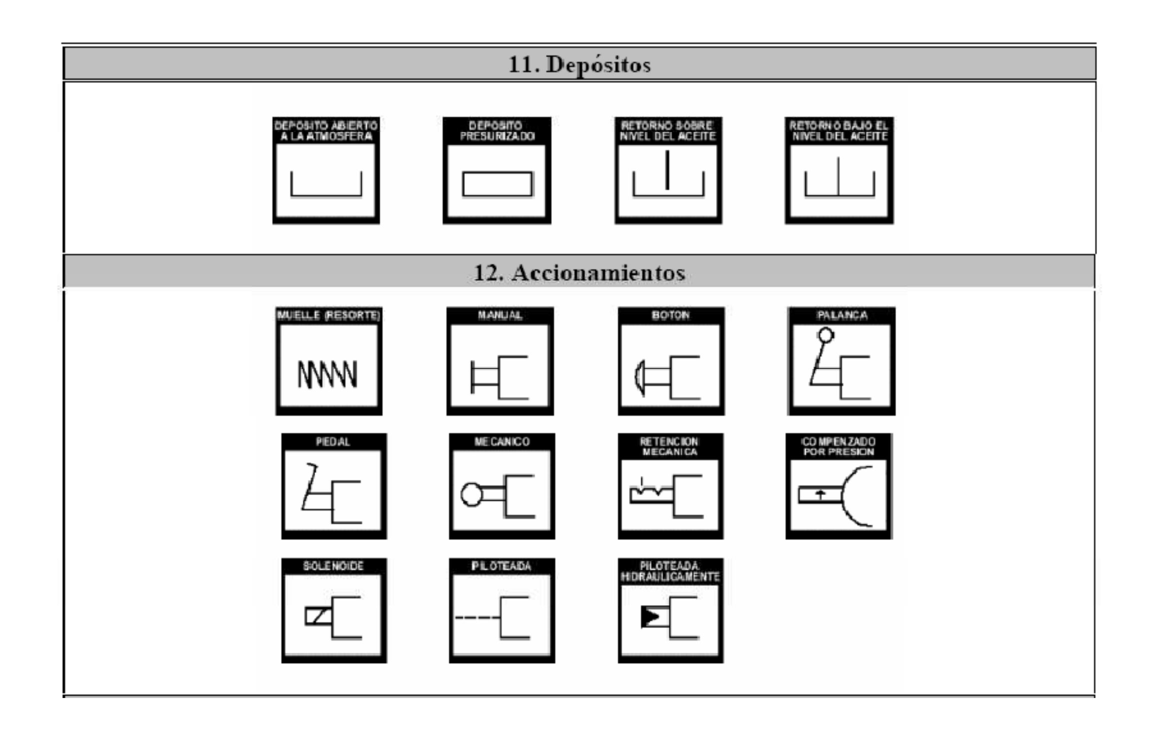
6. Válvulas de control (generalidades)		
6.1 Un cuadro		Una válvula de control de presión o caudal
6.2 Dos o más cuadros		Una válvula de control direccional con tantas posiciones como cuadros
6.3 Simplificado	6	Usado para válvulas repetitivas, el número hace referencia a la posición de la válvula original
6.4 Válvulas controladoras de caudal	RESTRICCION FIJO; REGULADOR DE CAUDAL AJUSTABLE; REGULADOR DE CAUDAL AJUSTABLE UNIDIRECCIONAL; REGULADOR DE CAUDAL COMPENSADA POR PRESION; REGULADOR DE CAUDAL COMPENSADA POR TEMPERATURA; REGULADOR DE CAUDAL COMPENSADA POR PRESION	

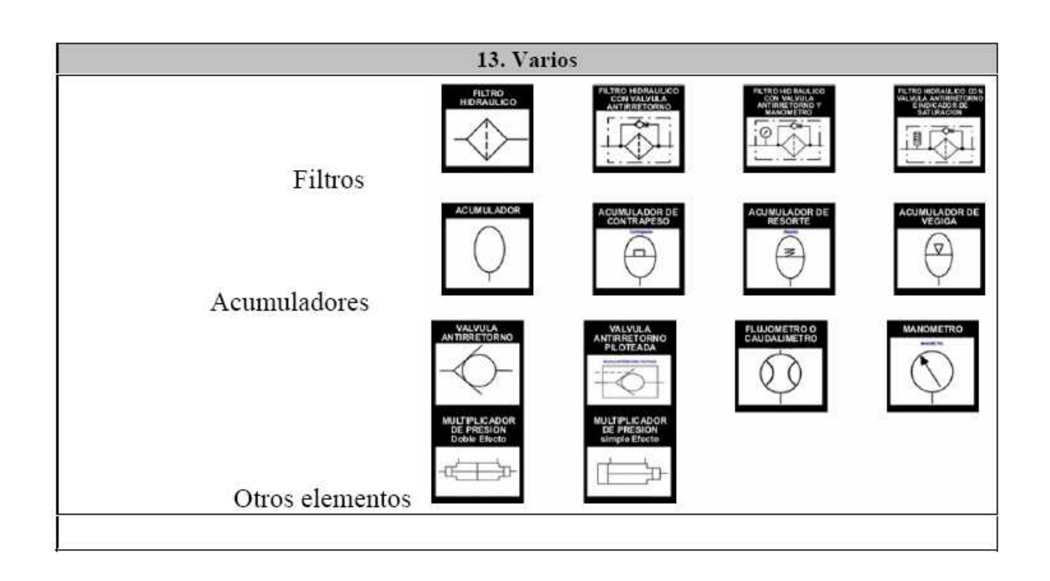
7. Válvulas direccionales (generalidades)		
7.1 Un paso		
7.2 Dos pasos		
7.3 Dos vías cerradas		
7.4 Dos pasos y una vía cerrada		
7.5 Dos pasos interconectados		
7.1.6 Un paso en by-pass y dos vías cerradas		

8. Válvulas direccionales		
8.1 Dos vías y dos posiciones		Control manual
		Accionada por presión
8.2 Tres vías y dos posiciones		Accionada por presión en ambos lados
		Accionada por solenoide y retorno por muelle
8.3 Cuatro vías y dos posiciones		Pilotada por válvula de solenoide y retorno por muelle
8.4 Cinco vías y dos posiciones		Accionada por presión en ambos lados
8.5 Cuatro vías y tres posiciones		Pilotada por válvula de solenoide y centrada por muelles

9. Válvulas progresivas Dos posiciones extremas y un número infinito de posiciones intermedias, en función del desplazamiento		
9.1 General		Dos posiciones
		Tres posiciones
9.2 Dos vías		Accionada por rodillo y retorno por muelle
9.3 Tres vías		Accionada por presión y retorno por muelles
9.4 Cuatro vías		Accionada por palanca

10. Servoválvulas		
10.1 De una etapa		Funcionamiento directo
		Con realimentación mecánica y pilotaje indirecto
10.2 De dos etapas		Con realimentación hidráulica y pilotaje indirecto




13. Varios
Filtros
FILTRO HIDRAULICO
FILTRO HIDRAULICO CON VALVULA ANTIRRETORNO
FILTRO HIDRAULICO CON VALVULA ANTIRRETORNO Y MANOMETRO
FILTRO HIDRAULICO CON VALVULA ANTIRRETORNO E INDICADOR DE SATURACION
Acumuladores
ACUMULADOR
ACUMULADOR DE CONTRAPESO
ACUMULADOR DE RESORTE
ACUMULADOR DE VEGIGA
Otros elementos
VALVULA ANTIRRETORNO
VALVULA ANTIRRETORNO PILOTEADA
FLUJOMETRO O CAUDALIMETRO
MANOMETRO
MULTIPLICADOR DE PRESION Doble Efecto
MULTIPLICADOR DE PRESION simple Efecto

ANEXO IV

Materiales de la máquina inyectora Desma DE00.

Cantidad	Unidades	Detalle	Dimenciones
4	mts	**Riel Din**	
4	U	**Canateta plastica (cableado)**	(50x50) mm
1	unidad	**breaker Siemens Vl 160X**	3 fases 60 A
2	unidad	**breaker riel din**	3 fases 50 A
1	unidad	**breaker riel din**	3 fases 16 A
4	unidad	**breaker riel din**	2 fases 16 A
1	unidad	**breaker riel din**	1 fases 16 A
4	unidad	**breaker riel din**	1 fases 2 A
3	unidad	**contactores MOELLER DIL 2AM**	LC1D40, 40Amp
1	unidad	**contactor MOELLER DIL 2AM**	LC1D65, 65Amp
1	unidad	**contactor MOELLER DIL 1AM**	LC1D40, 40Amp
2	unidad	**Guarda motor MOELLER Z1-24**	GV2ME40, 25-40Amp
12	unidad	**borneras cable 10 (39061)**	
60	unidad	**borneras cable 16 (39060)**	
5	unidad	**borneras cable 10 tierra (39372)**	
8	unidad	**borneras cable 16 tierra (39371)**	
10	unidad	**borneras cable 12**	
10	unidad	**borneras portafusibles cable 16**	Base fusible 6.3X31
2	unidad	**switch 2 posiciones (completo) 24VD(**	TELEMECANIQUE
1	unidad	**switch 3 posiciones (completo)**	TELEMECANIQUE
1	unidad	**switch 2 posiciones/luz indicadoras**	TELEMECANIQUE
1	unidad	**Botonera ON/OFF**	TELEMECANIQUE
1	unidad	**Pulsador Emergencia (Tipo hongo)**	TELEMECANIQUE
6	unidad	**Pulsadores NA Verde 24VDC**	TELEMECANIQUE
4	unidad	**Luz Indicadora verde 24VDC**	TELEMECANIQUE
50	u	**fusibles 100 mA**	6.3X31
50	u	**fusibles 3A**	6.3X31

ANEXO V

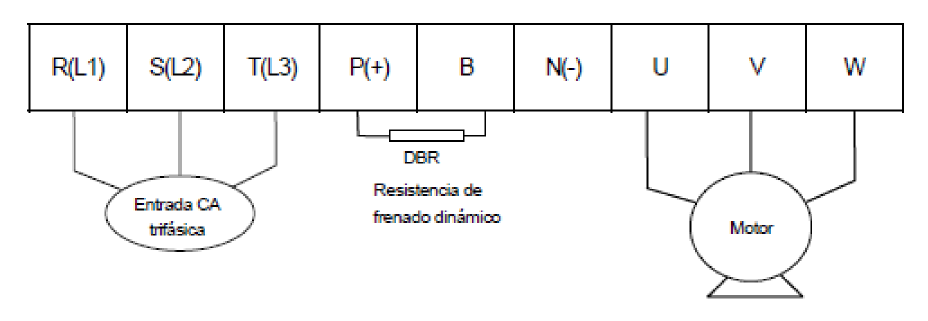
Calibre De Los Conductores Eléctricos En Función A Su Intensidad.

CONDUCTORES ELÉCTRICOS						
SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CAPACIDAD A	CALIBRE AWG	DIAMETRO mm	No HILOS	k	RESISTENCIA CC a20°C ohm/km
0,52	7	20	2,33	7	0,726	0,0000
0,8230	6	18	2,69	7	0,726	0,0000
1,3100	8	16	3,02	7	0,726	0,0000
2,0800	15	14	3,15	19	0,758	8,2800
3,3100	20	12	3,57	19	0,758	5,2100
5,2610	30	10	4,11	19	0,758	3,2800
8,3670	40	8	5,54	19	0,758	2,0600
13,3000	55	6	7,60	19	0,758	1,3220
21,1500	70	4	8,79	19	0,758	0,8320
33,6200	95	2	10,29	19	0,758	0,5190
42,4000	110	1	12,21	19	0,758	0,4120
53,4900	125	1/0	13,21	19	0,758	0,3290
67,4400	145	2/0	14,33	19	0,758	0,2610
85,0200	165	3/0	15,59	19	0,758	0,2070
107,2000	195	4/0	17,01	19	0,758	0,1640
126,7000	215	250	19,45	37	0,768	0,1390
152,0000	240	300	20,85	37	0,768	0,1160
177,0000	260	350	22,11	37	0,768	0,0991
203,0000	280	400	23,32	37	0,768	0,0868
253,0000	320	500	25,48	37	0,768	0,0690
304,0000	355	600	28,25	37	0,768	0,0578
380,0000	400	750	30,92	37	0,768	0,0460
507,0000	455	1000	34,86	37	0,768	0,0346
633,3800	590	1250				
760,0500	625	1500				
886,7000	650	1750				
1013,4000	665	2000				

ANEXO VI

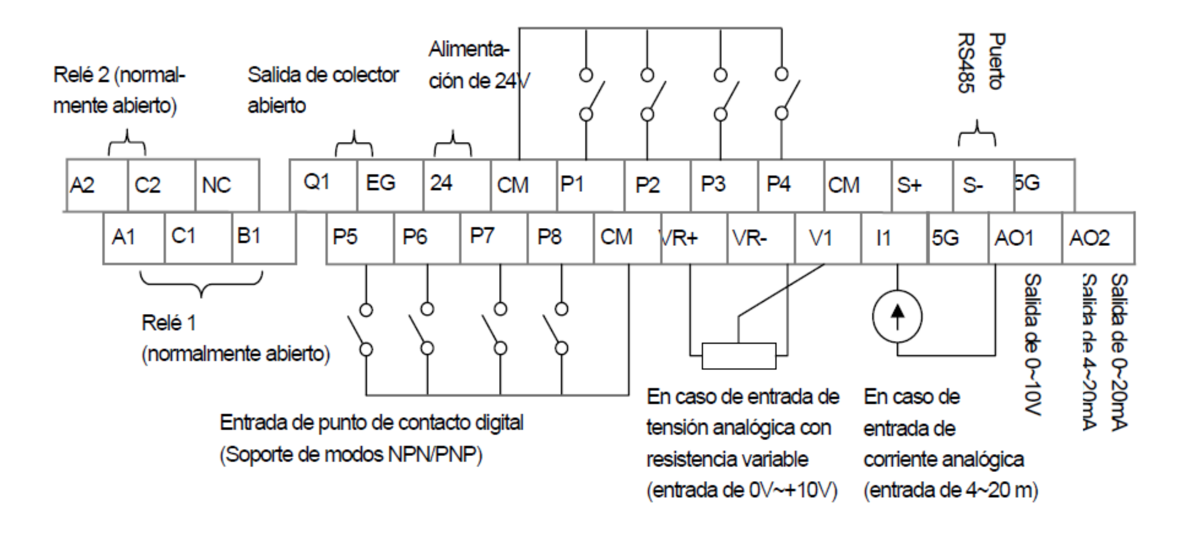
Bornes de conexión del variador LS Industrial Systems SV-S7.

a) Bornes del circuito principal.



Símbolo del borne	Nombre del borne	Descripción
R(L1),S(L2),T(L3)	Entrada de alimentación de C.A.	Conecta la entrada de C.A. normal
P(+)	Borne de tensión de C.C. (+)	Borne de tensión de la conexión de C.C. (+)
N(-)	Borne de tensión de C.C. (-)	Borne de tensión de la conexión de C.C. (-)
P(+),B	Resistencia de frenado dinámico	Conexión la resistencia de frenado dinámico
U,V,W	Salida del variador	Conexión del motor de inducción trifásico

b) Bornes del circuito de control



	Tipo	Símbolo del borne	Nombre del borne	Descripción del borne
Señal de entrada	Selección de función de arranque del punto de contacto	P1~P8	Entrada multifunción 1~8	Disponible definiendo como entrada multifunción
		CM	Borne común de secuencia	Borne común de entrada del punto de contacto (Nota: En el caso de E/S básica, el borne común es diferente del borne común 5G)
	Frecuencia analógica	VR(+)	Borne (+) de alimentación para ajuste de frecuencia	Fuente de alimentación para ajuste de frecuencia analógica La salida máxima es +12V, 100mA
		VR(-)	Borne (-) de alimentación para ajuste de frecuencia	Fuente de alimentación para ajuste de frecuencia analógica La salida máxima es -12V, 100mA
		V1	Ajuste de frecuencia (tensión)	Ajusta la frecuencia con una entrada de -10~10VCC Unipolar 0~+10[V]), Bipolar(-10[V] ~10[V]) resistencia de entrada 20kΩ
		I1	Ajuste de frecuencia (corriente)	Ajusta la frecuencia con una entrada de CC 0~20mA Resistencia de entrada 249Ω
		5G	Borne común para ajuste de frecuencia	Borne común de señal de ajuste de frecuencia analógica y bornes de tensión y corriente analógicas (Nota: En el caso de E/S básica, el borne común es diferente del borne común CM)
Señal de salida	Analógica	A01	Borne multifunción de tensión de salida analógica	Selecciona una función entre Frecuencia de salida, Corriente de salida, Tensión de salida, Tensión de C.C. Tensión de salida: 0~10V Tensión de salida máxima: 10V Corriente de salida máxima: 10mA
		A02	Borne multifunción de salida de corriente analógica	Selecciona una función entre Frecuencia de salida, Corriente de salida, Tensión de salida, Tensión de C.C. Corriente de salida: 4~20mA (0~20mA) Corriente de salida máxima: 20mA
	Punto de contacto	Q1	Borne multifunción (colector abierto)	26VCC, menos de 100mA
		EG	Borne común para colector abierto	Borne de tierra común de fuente de alimentación externa del colector abierto
		24	Alimentación externa 24V	Corriente de salida máxima: 150mA
		A1, B1, C1	Salida de señal de fallo	La función de protección se activa interrumpiendo la salida (menos de 250VCA 1A, 30VCC 1A) Señal de fallo: A1-C1 electrificada (B1-C1 no electrificada) Señal normal: B1-C1 electrificada (A1-C1 no electrificada)
		A2, C2	Punto de contacto A de salida de relé multifunción 2	Salida de la señal durante el funcionamiento. Borne de salida multifunción programado por el usuario. 250VCA, menos de 5A 30VCC, menos de 5A
		S+,S-, CM	Borne de entrada de señal RS-485	Línea de señal RS-485 (véase el Capítulo 11 Función de comunicación, del manual)

ANEXO VII

Principales funciones de las CPUs S7-200.

Función	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226
Tamaño físico	90 mm x 80 mm x 62 mm	90 mm x 80 mm x 62 mm	120,5 mm x 80 mm x 62 mm	190 mm x 80 mm x 62 mm
Memoria				
Programa	2048 palabras	2048 palabras	4096 palabras	4096 palabras
Datos de usuario	1024 palabras	1024 palabras	2560 palabras	2560 palabras
Memoria para el programa de usuario	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Respaldo (condensador de alto rendimiento)	50 horas (típ.)	50 horas (típ.)	190 horas (típ.)	190 horas (típ.)
E/S físicas				
E/S físicas	6 E / 4 S	8 E / 6 S	14 E / 10 S	24 E / 16 S
Número de módulos de ampliación	Ninguno	2 módulos	7 módulos	7 módulos
E/S (total)				
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)	256 (128 E / 128 S)	256 (128 E / 128 S)	256 (128 E / 128 S)
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	Ninguno	16 E / 16 S	32 E / 32 S	32 E / 32 S
La cantidad real de E/S que se puede contar con las CPUs se puede ver limitada por el tamaño de la imagen del proceso, la cantidad de módulos de ampliación, la corriente de 5 V y la cantidad de E/S físicas de cada componente.(v. apt. 1.3).				
Operaciones				
Velocidad de ejecución booleana a 33 MHz	0,37 μs/operación	0,37 μs/operación	0,37 μs/operación	0,37 μs/operación
Imagen del proceso de las E/S	128 E / 128 S	128 E / 128 S	128 E / 128 S	128 E / 128 S
Relés internos	256	256	256	256
Contadores/temporizadores	256/256	256/256	256/256	256/256
Palabra IN / palabra OUT	Ninguno	16/16	32/32	32/32
Relés de control secuencial	256	256	256	256
Bucles FOR/NEXT	Sí	Sí	Sí	Sí
Aritmética en coma fija (+ – * /)	Sí	Sí	Sí	Sí
Aritmética en coma flotante (+ – * /)	Sí	Sí	Sí	Sí
Funciones adicionales				
Contadores rápidos	4 H/W (20 KHz)	4 H/W (20 KHz)	6 H/W (20 KHz)	6 H/W (20 KHz)
Potenciómetros analógicos	1	1	2	2
Salidas de impulsos	2 (20 KHz, sólo DC)	2 (20 KHz, sólo DC)	2 (20 KHz, sólo DC)	2 (20 KHz, sólo DC)
Interrupciones de comunicación	1 transmisión/ 2 recepción	1 transmisión/ 2 recepción	1 transmisión/ 2 recepción	2 transmisión/ 4 recepción
Interrupciones temporizadas	2 (1 ms a 255 ms)	2 (1 ms a 255 ms)	2 (1 ms a 255 ms)	2 (1 ms a 255 ms)
Entradas de interrupción de hardware	4 filtros de entrada	4 filtros de entrada	4 filtros de entrada	4 filtros de entrada
Reloj de tiempo real	Sí (cartucho)	Sí (cartucho)	Sí (incorporado)	Sí (incorporado)
Protección con contraseña	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de puertos de comunicación:	1 (RS-485)	1 (RS-485)	1 (RS-485)	2 (RS-485)
Protocolos soportados				
Puerto 0:	PPI, DP/T, Freeport	PPI, DP/T, Freeport	PPI, DP/T, Freeport	PPI, DP/T, Freeport
Puerto 1:	No aplicable	No aplicable	No aplicable	PPI, DP/T, Freeport
PROFIBUS punto a punto	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)

ANEXO VIII

Operaciones aritméticas para mantener la temperatura dentro de un rango de tolerancia aceptable.

					T225	T224	CUANDO SE ENCIENDE LA MAQUINA	
			REFERENCIA CON UN %		PT	PT	ACTICACALF	
VW1618	LW0	VW1602	VW1604	VW1606	VW1608	VW1610		
TEMPERATURA REAL	TEMPERATURA AJUSTADA	5-7%	SET POINT	10% residual	set point-valor real	10%residual-VW1608	VW1608>VW1606	
20	160	10,6666667	170,666667	16	150,6666667	-134,6666667	150,6666667	ACTIVA
30	160	10,6666667	170,666667	16	140,6666667	-124,6666667	140,6666667	ACTIVA
40	160	10,6666667	170,666667	16	130,6666667	-114,6666667	130,6666667	ACTIVA
50	160	10,6666667	170,666667	16	120,6666667	-104,6666667	120,6666667	ACTIVA
60	160	10,6666667	170,666667	16	110,6666667	-94,66666667	110,6666667	ACTIVA
70	160	10,6666667	170,666667	16	100,6666667	-84,66666667	100,6666667	ACTIVA
80	160	10,6666667	170,666667	16	90,66666667	-74,66666667	90,66666667	ACTIVA
90	160	10,6666667	170,666667	16	80,66666667	-64,66666667	80,66666667	ACTIVA
100	160	10,6666667	170,666667	16	70,66666667	-54,66666667	70,66666667	ACTIVA
110	160	10,6666667	170,666667	16	60,66666667	-44,66666667	60,66666667	ACTIVA
120	160	10,6666667	170,666667	16	50,66666667	-34,66666667	50,66666667	ACTIVA
130	160	10,6666667	170,666667	16	40,66666667	-24,66666667	40,66666667	ACTIVA
140	160	10,6666667	170,666667	16	30,66666667	-14,66666667	30,66666667	ACTIVA
150	160	10,6666667	170,666667	16	20,66666667	-4,666666667	20,66666667	ACTIVA
160	160	10,6666667	170,666667	16	10,66666667	5,333333333	16	DESACTIVA
165	160	10,6666667	170,666667	16	5,666666667	10,33333333	16	DESACTIVA
					APAGACALF	ACTIVA CALF		
					MAQUINA EN PRODUCCION			

ANEXO IX

Parámetros de operación de la máquina inyectora DE00.

Presiones en el circuito neumático.

Presiones recomendadas:

Mesa giratoria:

- Presión de la red 12 dar aproximadamente.
- Presión de operación 10 dar aproximadamente.
- Presión de mando 6 bar aproximadamente.

Unidades de cierre:

- Presión de la red 12 bar aproximadamente.
- Presión de operación 10 bar aproximadamente.
- Presión de mando 6 bar aproximadamente.
- Presión de mando de inversión 6 bar aproximadamente.

Debido a que la desconexión automática del proceso de inyección se produce a través de un micro-conmutador instalado debajo de cada estación (el micro-conmutador es accionado por el cilindro de trabajo por medio de una palanca basculante), se requiere obtener un funcionamiento perfecto de esta desconexión, para ello es necesario que la válvula reductora de presión colocada junto a cada cilindro de trabajo se ajuste según el tamaño de los zapatos. Para ello, puede tenerse en cuenta la siguiente regla:

Según tamaño	Presión en la válvula reductora
Hasta 26	4-5 kg/cm2
27 al 32	5-6 kg/cm2

33 al 33	6-7 kg/cm2
39 al 43	7-8 kg/cm2
44 al 47	8-9 kg/cm2

Los datos de presión indicados son solamente orientativos y pueden variarse.

Temperaturas.

Las temperaturas en las zonas de calefacción del inyector:

zona1: 160ºC

Zona 2: 180ºC

Zona 3: 200ºC

Tobera: 160ºC

Estos valores pueden variar según el tipo de material utilizado para la inyección.

Presiones en el circuito oleohidráulico.

Presión dinámica (presión de plastificación).

La presión dinámica no debe ajustarse a un valor demasiado alto ya que se reduciría la potencia de plastificación o también evitaría el retorno del tornillo sinfín a su posición, es suficiente un valor entre 5-20 bar para la presión de aceite, no debe aplicarse una presión de aceite mayor que 60 bares.

Tiempos:

Regulándose los relojes de la forma siguiente:

Ciclo total: 15 segundos.

Tiempo de inyección: 10 segundos.

Tiempo de postpresión: 3 segundos.

ANEXO X

Tabla de pares de apriete de los accesorios de unión de la estructura de la máquina inyectora DE00.

Par de apriete M_A (Nm) para my_{tot} = 0,12 para pitones roscados con rosca métrica conforme a DIN 13, Parte 13 y dimensiones de cabeza de tornillos hexagonales conforme DIN 931, respectivamente conforme a DIN 912

(Tornillos templados negros, fosfatados o galvanizados A3c, ligeramente aceitados)

Medida nominal de la rosca	Clases de resistencia		
	8.8	10.9	12.9
M 4	2,8	4,1	4,8
M 5	5,5	8,1	9,5
M 6	9,5	14	16,5
M 8	23	34	40
M 10	46	68	79
M 12	79	117	135
M 14	125	185	215
M 16	195	280	330
M 18	280	390	460
M 20	390	560	560
M 24	670	960	1.120
(M 27)	1.000	1.400	1.650
M 30	1.350	1.900	2.250
M 36	2.350	3.300	3.900
(M 39)	3.000	4.300	5.100
M 42	3.800	5.300	6.300
M 12 x 1,5	83	120	145
M 16 x 1,5	210	310	360
M 20 x 1,5	440	630	730
M 24 x 2	740	1.050	1.250
M 27 x 2	1.100	1.550	1.800
M 30 x 2	1.500	2.150	2.500
M 36 x 2	2.500	3.400	4.100